

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Primož Dujc

**Krmiljenje prototipne naprave za nanašanje spajke na
tuljavnike, njihovo kontroliranje in pakiranje**

DIPLOMSKO DELO

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJSKI PROGRAM PRVE
STOPNJE RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKA

Ljubljana, 2014

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Primož Dujc

**Krmiljenje prototipne naprave za nanašanje spajke na
tuljavnike, njihovo kontroliranje in pakiranje**

DIPLOMSKO DELO

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJSKI PROGRAM PRVE
STOPNJE RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKA

MENTOR: viš. pred. dr. Robert Rozman
Ljubljana, 2014

To delo je ponujeno pod licenco *Creative Commons Priznanje avtorstva-Deljenje pod enakimi pogoji 2.5 Slovenija* (ali novejšo različico). To pomeni, da se tako besedilo, slike, grafi in druge sestavine dela kot tudi rezultati diplomskega dela lahko prosto distribuirajo, reproducirajo, uporabljajo, priobčujejo javnosti in predelujejo, pod pogojem, da se jasno in vidno navede avtorja in naslov tega dela in da se v primeru spremembe, preoblikovanja ali uporabe tega dela v svojem delu, lahko distribuirajo predelava le pod licenco, ki je enaka tej. Podrobnosti licence so dostopne na spletni strani creativecommons.si ali na Inštitutu za intelektualno lastnino, Streliška 1, 1000 Ljubljana.



Izvorna koda diplomskega dela, njeni rezultati in v ta namen razvita programska oprema je ponujena pod licenco *GNU General Public License*, različica 3 (ali novejša). To pomeni, da se lahko prosto distribuirajo in/ali predelujejo pod njenimi pogoji. Podrobnosti licence so dostopne na spletni strani <http://www.gnu.org/licenses>.

Fakulteta za računalništvo in informatiko izdaja naslednjo nalogo:

Tematika naloge:

Izdelajte programsko opremo za programirljiv logični krmilnik, ki upravlja prototipno napravo za nanašanje spajke na tuljavnike, izvaja kontrolo nanosa in njihovo pakiranje. Pri tem uporabite enega od standardnih programskih jezikov za tovrstne krmilnike in izdelek ustrezno dokumentirajte. S svojim delom poskusite izboljšati zanesljivost celotnega procesa in varnost uporabe naprave. Izdelajte tudi grafični uporabniški vmesnik, ki uporabniku omogoča enostavno upravljanje celotnega procesa, spremljanje vseh pomembnejših parametrov in izpisov morebitnih napak ter opozoril med delovanjem naprave.

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Spodaj podpisani Primož Dujc, z vpisno številko 63960187, sem avtor diplomskega dela z naslovom:

Krmiljenje prototipne naprave za nanašanje spajke na tuljavnike, njihovo kontroliranje in pakiranje

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- sem diplomsko delo izdelal samostojno pod mentorstvom viš. pred. dr. Roberta Rozmana,
- so elektronska oblika diplomskega dela, naslov (slov., angl.), povzetek (slov., angl.) ter ključne besede (slov., angl.) identični s tiskano obliko diplomskega dela,
- soglašam z javno objavo elektronske oblike diplomskega dela na svetovnem spletu preko univerzitetnega spletnega arhiva.

V Ljubljani, dne 25. maja 2014

Podpis avtorja:

Zahvaljujem se mentorju viš. pred. dr. Robertu Rozmanu za uspešno mentorstvo. Zahvaljujem se tudi družini in vsem, ki so me spodbujali in podpirali pri študiju in izdelavi diplomskega dela.

Kazalo

Povzetek

Abstract

Poglavje 1	Uvod	1
Poglavje 2	Sestavni deli in programerska orodja.....	5
2.1	Programirljiv logični krmilnik Omron CP1L	5
2.2	Barvni zaslon Omron NQ5	8
2.3	Razvojno orodje CX-Programmer	9
2.4	Razvojno orodje NQ-Designer	11
2.5	Merjenje višine gladine spajke	11
2.6	Servo os s krmilnim modulom.....	12
2.6.1	Opis uporabljenih signalov	15
Poglavje 3	Opis delovanja prototipne naprave	17
3.1	Nanašanje spajke na žičke tuljavnikov	18
3.2	Kontrola in odlaganje tuljavnika.....	21
3.3	Doziranje in taljenje spajke.....	24
3.4	Nadzorna plošča.....	25
Poglavje 4	Uporabniški vmesnik prototipne naprave.....	27
4.1	Spremenljivke in oznake.....	28
4.2	Organizacija uporabniškega vmesnika	30
4.3	Shema delovanja uporabniškega vmesnika	31
4.3.1	Področje delovanja naprave.....	32
4.3.2	Področje stanja naprave	40
4.3.3	Področje nastavitev naprave	40
4.3.4	Področje statistike.....	41

4.3.5	Področje pomoči	41
Poglavje 5	Programska oprema krmilnika	43
5.1	Predstavitve programiranja v CX-Programmer-ju	44
5.2	Vklop in izklop naprave	47
5.2.1	Vklop naprave	47
5.2.2	Izklop naprave	48
5.3	Gesla in prijavljanje	49
5.3.1	Prijava z geslom	50
5.3.2	Odjava uporabnika	51
5.4	Nastavitve	52
5.4.1	Vpisovanje parametrov	52
5.4.2	Izklapljanje delov funkcionalnosti naprave	53
5.5	Vklop krmilja	54
5.6	Reset naprave	58
5.7	Režimi delovanja naprave	58
5.7.1	Režim postavitve naprave v začetni položaj	59
5.7.2	Avtomatski režim delovanja	63
5.7.3	Servisni režim delovanja	71
5.7.4	Ročni režim delovanja	75
5.8	Statistika proizvodnega procesa	75
5.9	Stanje naprave	77
Poglavje 6	Sklepne ugotovitve	79
6.1	Predlogi za nadaljnje izboljšave naprave	79
6.1.1	Zmanjšanje možnosti poškodb naprave	80
6.1.2	Povečanje učinkovitosti naprave	81
6.1.3	Razširjene možnosti obdelave podatkov	82

Seznam uporabljenih kratic

kratica	angleško	slovensko
PLC	Programmable Logic Controller	Programirljiv logični krmilnik
I/O	Input/Output	Vhod/Izhod
USB	Universal Serial Bus	Univerzalno serijsko vodilo
DC	Direct Current	Enosmerni tok
VAC	Volts Alternating Current	Izmenična napetost
VDC	Volts Direct Current	Enosmerna napetost

Povzetek

V diplomskem delu smo izdelali programsko opremo za krmiljenje prototipne naprave, ki skrbi za avtomatiziran nanos spajke na prosta konca žičk tuljavnikov, kontrolo upornosti tuljavnikov, pakiranje dobrih tuljavnikov na paleto in slabih v predal slabih tuljavnikov. Delovno mesto je sedaj prijaznejše, varnejše in bolj zdravo do operaterja naprave ter proizvodni proces učinkovitejši. Nanos spajke na prosta konca žičk tuljavnika je sedaj bolj natančen in nadzorovan. Pri samodejnem merjenju upornosti so odstranjeni vplivi operaterja meritve se sedaj izvajajo pod bolj konstantnimi pogoji. Krmilni del prototipne naprave temelji na programirljivem logičnem krmilniku Omron CP1L in barvnem zaslonu občutljivem na dotik Omron NQ5. Za razvoj programske opreme krmilnika smo uporabili Omronovo programsko orodje CX-Programmer, za razvoj grafičnega uporabniškega vmesnika na zaslonu pa Omronovo programsko orodje NQ-Designer.

Ključne besede: Tuljavnik, PLC, krmilnik, CX-Programmer, NQ-Designer

Abstract

In the thesis we have developed control software for the prototype device that performs automated application of solder on the free ends of the coil wires, verification of coil resistance and packaging of the good coils on the palette and bad ones in the drawer for bad coils. The workplace is now friendlier, safer and healthier to the operator and more efficient in the production process. An application of the solder to the free ends of the coil wires is now far more accurate and supervised. The influence of the human operator has been eliminated with automatic measurement of resistance; now they are performed under more constant conditions. The control part of the prototype device is based on programmable logic controller Omron CP1L and on a color touchscreen Omron NQ5. The Omron software tool CX-Programmer was used for the development of the software for the logic controller. For the development of the graphical user interface for touchscreen Omron software tool NQ-Designer was used.

Keywords: Coil, PLC, controller, CX-Programmer, NQ-Designer

Poglavje 1 Uvod

Zaradi potrebe po nižanju cen in dvigovanju kvalitete v proizvodnji izdelkov vsakdanje uporabe se proizvajalci odločajo za cenejše rešitve zato v svoje proizvodne procese vpeljujejo temeljitejšje procese kontrole. Kot cenejše vrste pogonov uporabljajo tuljavnike predvsem pri brivskih aparatih, epilatorjih.... Vgradnja takega pogona v končni izdelek zahteva predhodni postopek nanosa spajke na proste konce žičk tuljavnika.

Vedno večja ekološka osveščenost in naravi prijazni predpisi so privedli do dejstva, da so proizvajalci bili prisiljeni spreminjati kemijsko sestavo spajke. Spajke so tako postale veliko bolj občutljive na parametre spajkanja kot sta temperaturno območje nanosa spajke ter čas nanosa spajke.

V preteklosti so nanosi spajk potekali ročno, kjer je človek imel velik vpliv predvsem na količino spajke v talilni banjici, ter posredno s tem na temperaturo in na čas nanosa spajke. Kot posledica ročnega proizvodnega postopka se kaže neenakomeren nanos spajke na prosti del žičk tuljavnika ter spreminjajoča se dolžina nanosa. Kontrole nanosa spajke so v ročnem proizvodnem procesu potekale predvsem vizualno. Kontrola upornosti je potekala tako, da je delavec prosta konca žičk tuljavnika s prsti pritisnil, na kontakta merilnega mesta. Posledica takega načina merjenja je predvsem vpliv delavca na meritev zaradi različnega pritiska žičk na kontakt, ter vpliv snovi, ki se pojavljajo na dlani. Delovno mesto je bilo oblikovano tako, da je bila talilna banjica v območju, ki je v bližini delavca. Pri taljenju spajke in samem procesu nanosa spajke na žičke tuljavnika se pojavljajo pare težkih kovin in drugi plini, ki nastajajo s taljenjem oziroma izgorevanjem laka, ki je predhodno nanešen na žički tuljavnika. To je imelo velik vpliv na zdravje delavca, poleg tega so se občasno pojavljale tudi opekline, ker so delavci zaradi manjše zbranosti posegali z rokami v območje talilne banjice.

Z izdelavo prototipne naprave za nanašanje spajke na prosti žički tuljavnika se je tako po mehanski, električni in programski plati zmanjšal vpliv človeka na proces nanosa spajke. Povečala se je varnost delovnega mesta in omogočila avtomatska kontrola večjih vhodnih parametrov. Med njimi je najpomembnejša kontrola upornosti tuljavnika, ki sedaj poteka pri konstantnih pogojih v avtomatiziranem procesu. Naprava ima popolni nadzor izmeta tuljavnika po sistemu Poka Yoke. Poka Yoke pomeni izogniti se napakam, v našem primeru vsak izmet se potrdi s svetlobnim stikalom tako vemo, da je tuljavnik res padel v predal in da

ga ni več v proizvodnem procesu. Ko svetlobno stikalo to potrdi lahko proces steče naprej. Proces izmeta je nadzorovan tako, da pri izmetu tuljavnika v predal slabih delov, naprava s svetlobnim stikalom kontrolira, ali je slab tuljavnik priletel v predal. V nasprotnem primeru se delovanje naprave zaustavi ter naprava javi napako. Namen tega sistema je predvsem preprečiti, da bi slab tuljavnik zašel v nadaljnjo proizvodnjo.

V diplomski nalogi je predstavljena izdelava programske opreme, za krmiljenje naprave avtomatiziranega nanosa spajke na prosti žički tuljavnika, izvajanje kontrole upornosti in pakiranje na palete. Za razvoj programa krmilnika smo uporabili Omronovo programsko orodje CX-Programmer. Poleg same programske opreme je bilo potrebno zagotoviti tudi možnost njenega upravljanja preko ustreznega uporabniškega vmesnika, ki smo ga razvili z Omronovim programskim orodjem NQ-Designer. V programskem delu je bil v prvi fazi oblikovan uporabniški vmesnik. Kot glavno vodilo oblikovanja uporabniškega vmesnika je bila prijaznost do uporabnika. Tako smo pri oblikovanju vmesnika uporabljali slikovne in svetlobne oznake, ki ponazarjajo določeno stanje, v katerem se naprava nahaja. Strogo so ločeni posamezni deli vmesnika, ki omogočajo nadzor nad napravo v posameznih ločenih procesih delovanja naprave. V programskem delu naprave smo najprej postavili podporo naslednjim procesom:

- avtomatsko delovanje,
- ročno delovanje,
- postavitev naprave v začetni položaj,
- servisno delovanje,
- nastavitve,
- statistika.

Ti procesi omogočajo lažje delo z napravo, servisiranje naprave in nadzor nad delovanjem naprave. V programski opremi smo uvedli pooblaščenje skupin uporabnikov-; s tem preprečujemo dostop nepooblaščenim osebam, kar zmanjšuje možnost poškodbe naprave. Programski del naprave je postavljen tako, da omogoča lažji nadzor nad parametri spajkanja. Programska oprema naprave je oblikovana tako, da dovoljuje izklop dela naprave: kontrola upornosti tuljavnika, pakiranje tuljavnika.

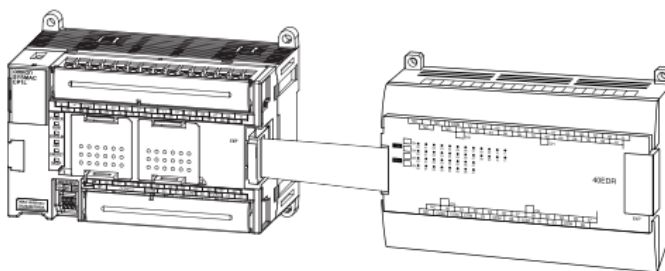
V nadaljevanju dela so najprej v drugem poglavju opisani glavni sestavni deli naprave in programska orodja, ki smo jih uporabili pri razvoju. Tretje poglavje zajema opis delovanja

naprave, v četrtem poglavju pa je opisan uporabniški vmesnik za zaslon Omron NQ5. Peto poglavje zajema razvoj programske opreme za krmilnik Omron CP1L. Sledijo še končne sklepne ugotovitve in izhodišča za nadaljnji razvoj prototipne naprave v končni serijski izdelek.

Poglavje 2 Sestavni deli in programerska orodja

2.1 Programirljiv logični krmilnik Omron CP1L

Uporabili smo krmilnik Omron CP1L-EM30DR-D. Krmilnik ima 18 enosmernih napetostnih (VDC) vhodov in 12 relejskih izhodov. Delovna napetost vhodov in izhodov (I/O) je 24V. Ker nam je za potrebe krmiljenja prototipne naprave zmanjkalo vhodov in izhodov, smo krmilnik razširili z razširitvenim modulom 40EDTI. Med seboj sta povezana z razširitvenim kablom, kot je prikazano na sliki 2.1.

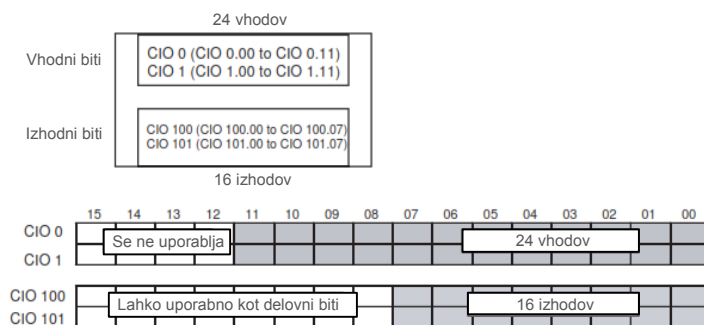


Slika 2.1: Povezava krmilnika Omron CP1L-EM30DR-D z razširitvenim modulom 40EDTI [1].

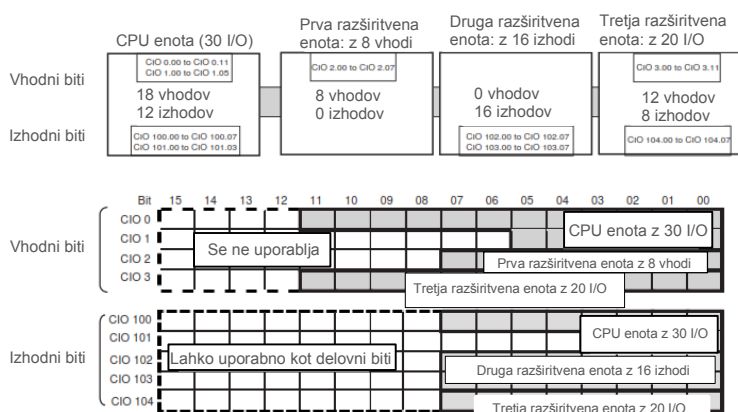
Programiranje krmilnika in testiranje poteka z Omronovim programskim orodjem CX-Programmer. Prenašanje programa na krmilnik in testiranje poteka tako, da računalnik in krmilnik povežemo z RS-232 ali USB kablom in program prenesemo (uporabljali smo USB kabel). Za testiranje morata biti prav tako povezana krmilnik in računalnik.

V projektu smo uporabili fizične vhode in izhode ter določene sektorje spomina (W, T, D in H), ki so opisani v nadaljevanju.

I/O - Fizični vhodi in izhodi: Uporablja se jih za direktni dostop do zunanjih krmiljenih naprav. Naslavljanje vhodov in izhodov poteka kot prikazuje slika 2.2. Po priključitvi razširitvenega modula pa se naslavljanje nadaljuje kot prikazuje slika 2.3. Naslavljanje vhodov poteka od 0.00 naprej, naslavljanje izhodov pa od 100.00 naprej.



Slika 2.2: Primer I/O naslavljanja [1].

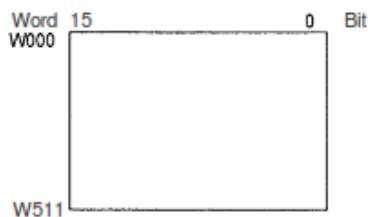


Slika 2.3: Primer I/O naslavljanja z razširitvenimi moduli z različnim številom I/O signalov [1].

Uporabljeni sektorji spomina:

W (»Work area«) - delovni sektor spomina:

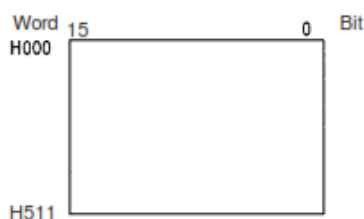
Je delovni del spomina, ki se uporablja za programiranje. Ne more pa se uporabljati za direktno izmenjavo signalov preko I/O z zunanjimi I/O napravami. Naslavlja se od W000-W511, to pomeni 512 naslovov 16 bitnih podatkov (angl. »word«), prikazanih na sliki 2.4. Lahko pa se sklicujemo na določen bit v besedi; na primer W000.00 pomeni bit 0 naslova 0. Spremenljivke v tem sektorju vzdržujejo svojo vrednost, dokler je krmilnik vklopljen.



Slika 2.4: W sektor spomina [1].

H («Holding area») – sektor spomina z ohranitvijo vsebine po izklopu:

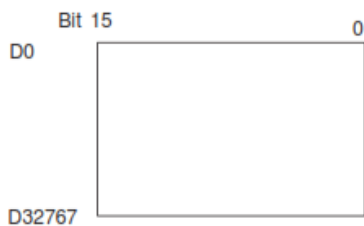
Spomin se uporablja za programiranje. Ne more pa se uporabljati za direktno izmenjavo signalov preko I/O z zunanjimi napravami. Naslavlja se od H000-H511, to pomeni 512 naslovov 16 bitnih podatkov (Slika 2.5). Lahko pa se sklicujemo na določen bit v besedi na primer H000.00 pomeni bit 0 naslova 0. H sektor spomina ohrani vrednosti tudi po izklopu in ponovnem vklopu krmilnika. Uporabljamo ga za komunikacijo med krmilnikom in zaslonom.



Slika 2.5: H sektor spomina [1].

D («Data Memory area») – večnamenski sektor spomina:

Je večnamenski spomin, ki se uporablja za programiranje. Ne more pa se uporabljati za direktno izmenjavo signalov preko I/O z zunanjimi I/O napravami. Dostopen je samo v 16 bitnih podatkih. D sektor ohrani vrednosti tudi po izklopu in ponovnem vklopu krmilnika. Naslavlja se od D0 – D32767. Slika 2.6 prikazuje naslavljanje D sektorja spomina.



Slika 2.6: D sektor spomina [1].

T (»Timer area«) - časovnik:

Časovnik se naslavlja od T0 – T4095. T sektor spomina ima dva tipa časovnikov:

- časovnik, ki postavi zastavico, ko poteče nastavljen čas,
- časovnik, ki vrne vrednost časovnika (trenutna vrednost časovnika).

C (»Counter area«) – števec:

Števec se naslavlja od C0 – C4095. Obstajata dve možnosti:

- prva je vrednost štetja števca (trenutna vrednost števca),
- druga pa, ko števec prešteje nastavljeno vrednost nastavi zastavico.

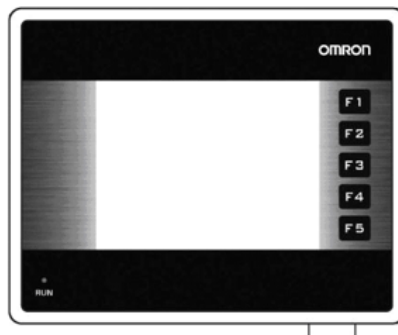
2.2 Barvni zaslon Omron NQ5

Uporabili smo barvni zaslon občutljiv na dotik Omron NQ5 SQ000-B, ki je prikazan na sliki 2.7. Omogoča 256 barvno globino. Zaslon in krmilnik sta povezana s komunikacijskimi vrati COM 1 RS-232. Komunikacija med njima je dvosmerna. Interaktivnost zaslona omogoča: spremljanje parametrov izvajanja naprave (opozorilne lučke, kazalci stanja...), pregledovanje podatkov (slabi, dobri kosi) in izbiranje parametrov, ki direktno vplivajo na potek izvajanja programa v krmilniku. Razvoj programske opreme je potekal z orodjem NQ-Designer.

Komunikacijska vrata imajo dve funkciji:

- nastavitev NQ5 SQ; priklon za prenos programske opreme se vrši s serijskim kablom RS-232 ali z USB kablom,

- komunikacija s krmilnikom v operativnem načinu poteka z RS-232 kablom, programska komunikacija med krmilnikom in zaslonom pa preko vsebine pomnilniških sektorjev H in D.



Slika 2.7: Zaslon Omron NQ5 SQ000-B [2].

Ekran ima 5 funkcijskih tipk. Zaradi narave dela z napravo jih nismo uporabili; vse potrebne vhodne elemente smo realizirali znotraj samih ekranov uporabniškega vmesnika.

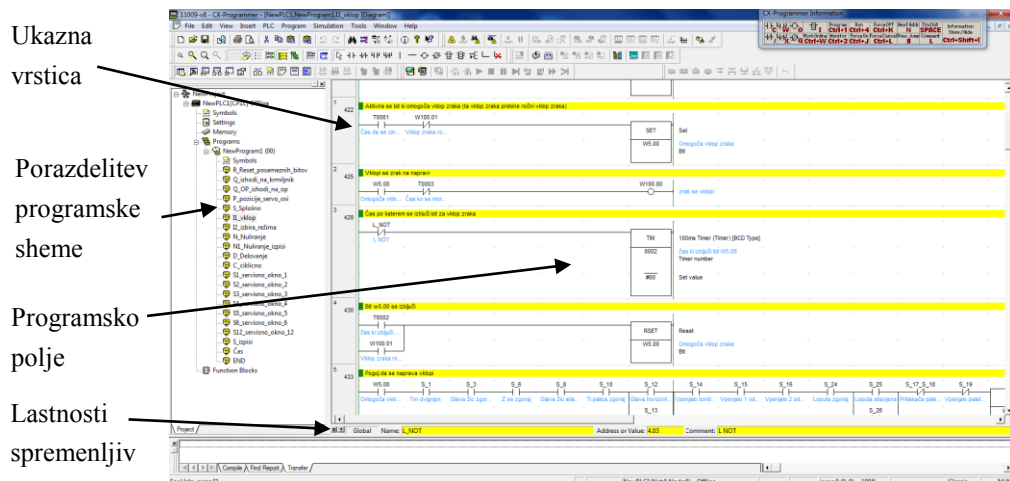
2.3 Razvojno orodje CX-Programmer

Podjetje Omron je za celovit razvoj programske opreme za lastne krmilnike izdelalo posebno programsko orodje - CX-Programmer, ki poenostavi razvoj programske opreme. Orodje poleg enostavnega razvoja in prenosa programov omogoča tudi njihovo preizkušanje s simulacijo ali delovanjem na samem krmilniku.

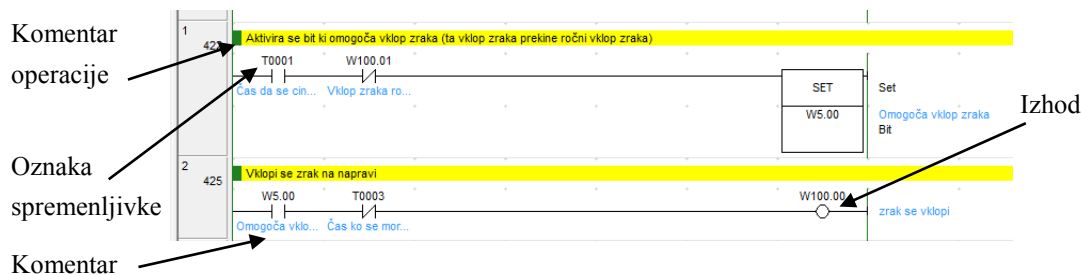
Program lahko pišemo v treh standardnih oblikah za tovrstne krmilnike:

- lestvični diagram,
- blok diagram,
- strukturiran tekst.

Za izdelavo programa smo uporabili lestvični način programiranja. Delovno okolje in način programiranja prikazujeta slika 2.8 in slika 2.9.

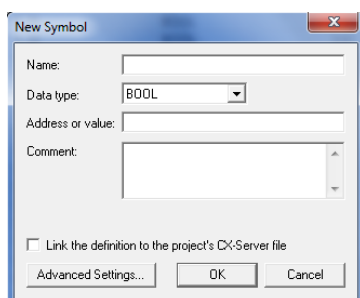


Slika 2.8: Prikaz delovnega okolja v ozadju CX-Programer.



Slika 2.9: Prikaz lestvičnega programiranja v ozadju CX-Programer.

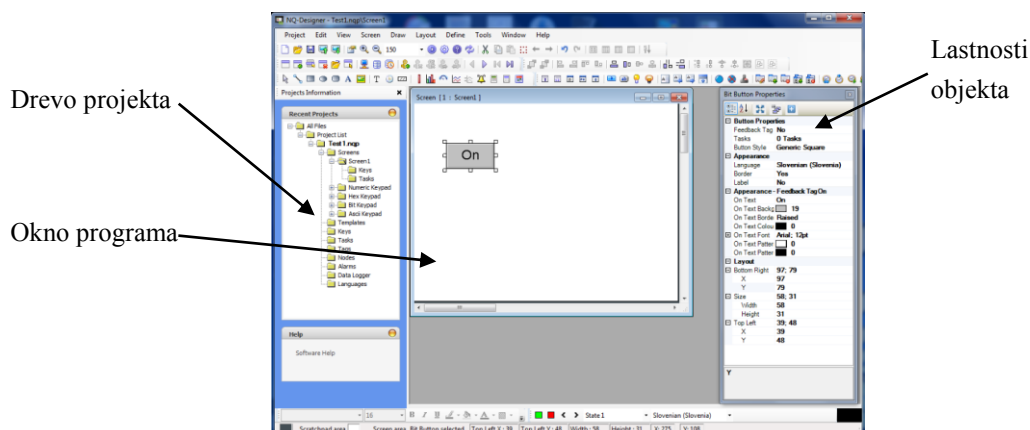
Določitev spremenljivk se izvršuje samodejno pri vpisovanju v programsko vrstico, če orodje spremenljivke ne najde v naboru spremenljivk. Če pa najde vpisano spremenljivko v svojem naboru pa poda njen opis in tako se ne kreira nova. Slika 2.10 prikazuje primer okna za določanje spremenljivk.



Slika 2.10: Prikaz okna za določanje spremenljivk v orodju CX-Programmer.

2.4 Razvojno orodje NQ-Designer

Za izdelavo grafičnega uporabniškega vmesnika Omronovega NQ5 ekrana smo uporabili Omronovo razvojno okolje NQ Designer. Delovno okolje programskega orodja prikazuje slika 2.11.



Slika 2.11: Prikaz delovnega okolja NQ Designer.

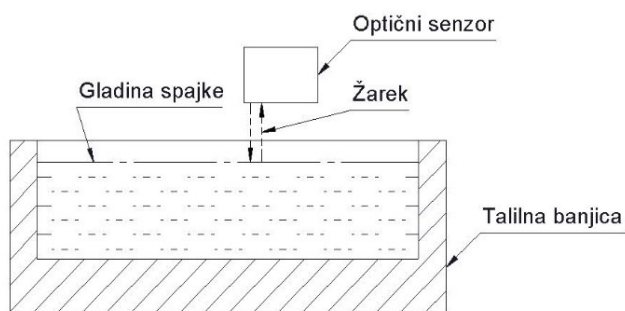
Protokol komunikacije s krmilnikom in vrsto krmilnika moramo določiti pri začetni vzpostavitvi projekta. Krmilnik omogoča več vrst komunikacij; pri danem projektu smo uporabili komunikacijo, ki omogoča prenos podatkov med krmilnikom in NQ5 ekranom (*Omron host link*).

2.5 Merjenje višine gladine spajke

Za merjenje prednastavljene višine gladine spajke smo uporabili digitalno optično stikalo Kayence FS-N11P prikazano na sliki 2.12. Nastavitev stikala poteka tako, da v talilni banjici stalimo ustrezno količino spajke, pripeljemo stikalo nad gladino spajke (Slika 2.13) in z nastavitveno tipko (Gor Dol) nastavimo referenčno višino gladine. Slika 2.14 prikazuje nastavitveni del optičnega stikala.

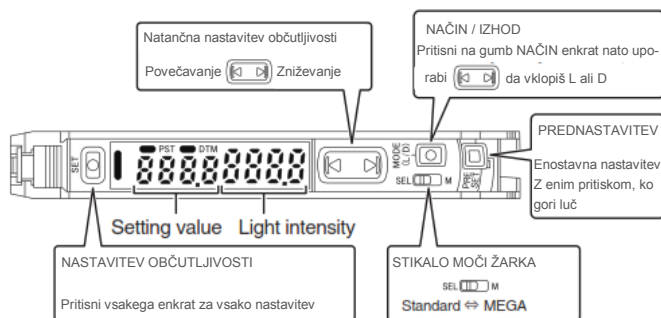


Slika 2.12: Digitalni optično stikalo Kayence FS-N11P [3].



Slika 2.13: Shematski prikaz postavitve stikala.

Stikalo ima dve nastavitvi L-on in D-on. Ali oddaja aktivni nivo signala dokler je gladina pod referenčno točko in nato prekine ali pa začne oddajati aktivni nivo signala, ko je gladina nad referenčno točko.



Slika 2.14: Nastavitveni del digitalnega optičnega stikala Kayence FS-N11P [3].

2.6 Servo os s krmilnim modulom

Pri izdelavi naprave smo uporabili dva krmilni modula servo osi SMC LECP6 (Slika 2.15) in dve servo osi lefb25t-500 (Slika 2.16).

Ena servo os skrbi za premikanje palete. Paleta premakne do odlagalnega mesta, ter pri odlaganju tuljavnikov na paletu skrbi za premik pravega mesta palete, pod glavo tuljavnika.

Druga servo os pa premika glavo tuljavnikov. Odvzema tuljavnike iz trna in jih odloži na primerno mesto na paleti, če so dobri; slabe pa pelje nad izmetno mesto slabih tuljavnikov.



Slika 2.15: Krmilni modul servo osi (SMC LECP6) [4].



Slika 2.16: Servo os (lefb25t-500) [6].

Programirljiv logični krmilnik in krmilnik servo osi sta povezana s komunikacijskim kablom, ki je priklopljen na vhodne in izhodne priključke programirljivega logičnega krmilnika. Delovanje krmilnika servo osi uravnavamo s pomočjo vhodnih (tabela 2.1) in izhodnih signalov (tabela 2.2). Priključka COM+ in COM- sta priklopa za napajanje servo osi.

Signal	Opis signala
COM +	Priklop napajanja 24 VDC izhodnih/vhodnih signalov
COM -	Priklop napajanja 0 VDC izhodnih/vhodnih signalov
IN0 – 5	Vhodi tvorijo 6 bitno številko prednastavljene pozicije osi.
SETUP	Ukaz za vrnitev v izhodiščni položaj
HOLD	Ukaz za začasno ustavitev aktuatorja
DRIVE	Ukaz za pogon aktuatorja
RESET	Ukaz za zaustavitev aktuatorja
SVON	Servo os je vključena

Tabela 2.1: Vhodni signali krmilnika servo osi.

Signal	Opis signala
OUT0 – 5	6 bitni izhodni kontrolni signal aktuatorja pred zagonom in po
BUSY	Sporočilo aktuatorja med premikanjem
AREA	Sporočilo nahajanje osi v pred nastavljenih mejah
SETON	Sporočilo os je v začetnem položaju
INP	Sporočilo prihoda na podano pozicijo.
SVRE	Sporočilo kadar je servo vključen
ESTOP	Pri stopu v sili ni signala
ALARM	Če pride do alarma ni signala

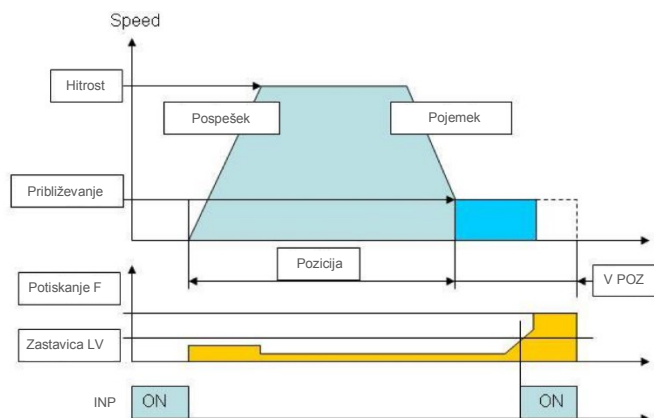
Tabela 2.2: Izhodni signali krmilnika servo osi.

Nastavitev krmilnika servo osi poteka s pomočjo računalnika, ki ga povežemo s krmilnikom osi, z namenskim programom ACTControler podjetja SMC. Z orodjem prednastavimo toliko pozicij, kot jih bomo rabili za delovanje te servo osi. Nastavitve vsebujejo pozicijo, smer, intenziteto pospeševanja, maksimalno hitrost, intenziteto ustavljanja in ostale parametre, kot prikazuje slika 2.17. Na sliki 2.18 je predstavljen diagram pozicioniranja servo osi.

The screenshot shows the ACTController software window. At the top, there's a title bar and a menu bar. Below that is a control panel with buttons for Alarm, Go, Step, Stop, Hold, Safe Speed, Lock, Monitor Mode, and a large Reset button. Below the control panel is a table with columns for No., Move M, Speed, Position, Accel, Decel, PushingF, TriggerLV, PushingSp, MovingF, Area1, Area2, and In f. The table contains 7 rows of data, each representing a step in the sequence. The 'Move M' column shows 'Absolute' for all steps. The 'Position' column shows values like 500.00, 0.00, 383.00, 497.00, 353.80, 383.10, and 312.90. The 'Speed' column shows values like 50, 600, 600, 600, 600, 600, and 600. The 'Accel' and 'Decel' columns show values like 3000 and 3000. The 'PushingF' and 'TriggerLV' columns show values like 0 and 0. The 'PushingSp' and 'MovingF' columns show values like 48 and 100. The 'Area1' and 'Area2' columns show values like 0.00 and 0.00. The 'In f' column shows values like 0.00 and 0.00.

No.	Move M	Speed	Position	Accel	Decel	PushingF	TriggerLV	PushingSp	MovingF	Area1	Area2	In f
0	Absolute	50	500.00	3000	3000	0	0	48	100	0.00	0.00	0.00
1	Relative	50	0.00	3000	3000	0	0	48	100	0.00	0.00	0.00
2	Absolute	600	383.00	3000	3000	0	0	48	100	0.00	0.00	0.00
3	Absolute	600	497.00	3000	3000	0	0	48	100	0.00	0.00	0.00
4	Absolute	600	353.80	3000	3000	0	0	48	100	0.00	0.00	0.00
5	Absolute	600	383.10	3000	3000	0	0	48	100	0.00	0.00	0.00
6	Absolute	600	312.90	3000	3000	0	0	48	100	0.00	0.00	0.00
7												

Slika 2.17: Nastavitvena tabela krmiljenega modula servo osi v orodju ACTControler.



Slika 2.18: Diagram pozicioniranja servo osi [5].

2.6.1 Opis uporabljenih signalov

V nadaljevanju so podrobneje opisani signali, ki smo jih uporabili za krmiljenje servo osi. Oznake signalov so zapisane z velikimi črkami.

SETUP ukaz za postavitev osi v izhodiščni položaj.

Pogoj za delovanje ukaza je **SVON**, pri tem pa **DRIVE** osi vrne signal **SVRE**. Med potovanjem osi v izhodiščno pozicijo, os vrača signal **BUSY**, dokler os ne doseže izhodiščne pozicije. Ko je os dosegla izhodiščno pozicijo vrne signal **SETON** in **INP**, signal **BUSY** se izklopi.

DRIVE signal se uporablja za pogon osi v želeno pozicijo.

Pogoj za uporabo tega signala je, da je v tabeli pozicij prednastavljena želena pozicija, z vhodnimi 6-bitnimi signali **IN**. Med potovanjem osi, os vrne signal **BUSY**, ter signal **INP** je izklopljen. Ko je os dosegla želeno pozicijo, se izklopi signal **BUSY** in os vrne signal **INP**.

SVON je ukaz za vklop servo osi, pri tem preide v delovanje tudi pogon servo osi.

To pomeni, da se ročno več ne da premikati vozička na servo osi. Ko je servo os vklopljena, os vrne signal **SVRE**.

RESET ukaz izbriše napako (alarm), ki se je pojavila med delovanjem osi (alarm).

Po pritisku na tipko **RESET**, se hitrost zmanjša z maksimalnim pojemkom, dokler se aktuator ne ustavi.

HOLD je ukaz, pri tem ukazu pride do začasne zaustavitve osi.

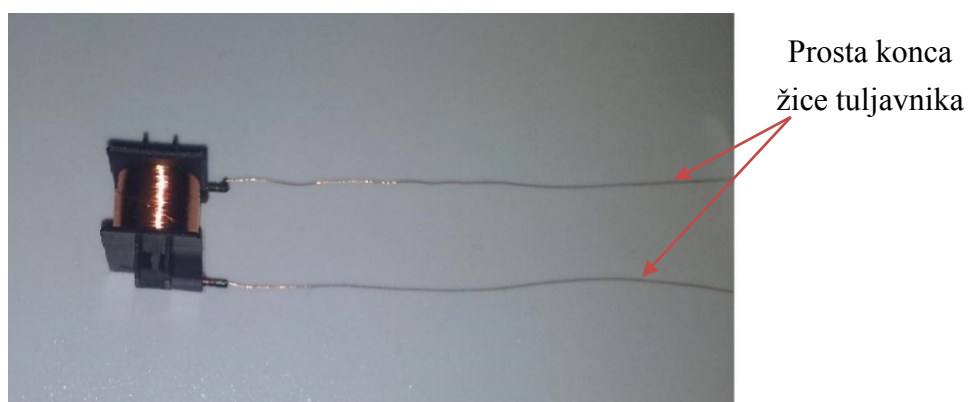
Pri ukazu HOLD se hitrost zmanjša, z maksimalnim pojemkom, dokler se os ne ustavi. Po odstranitvi ukaza HOLD, bo os ponovno začela potovati, do predhodno poklicane prednastavljene pozicije.

ALARM je signal, ki ga vrača krmilnik osi, ko je servo os vklopljena.

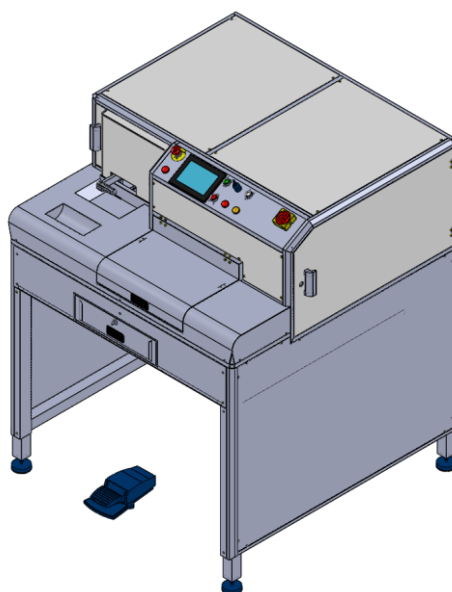
Kadar pride do napake, se ta signal izklopi. Alarm se izbriše z ukazom RESET.

Poglavje 3 Opis delovanja prototipne naprave

Naprava je namenjena nanašanju spajke na prosti konec žice tuljavnika. Slika 3.1 prikazuje tuljavnik in prosti žički, na kateri je potrebno nanesti spajko. Po koncu nanosa spajke se izmeri še upornost tuljavnika. V primeru, da je tuljavnik dober ga odnese na paletu drugače pa ga odvrže v predal slabih tuljavnikov. Na sliki 3.2 je prikazana sestavljena prototipna naprava.



Slika 3.1: Tuljavnik s prostima koncema žice.



Slika 3.2: Prototipna naprava za nanašanje spajke, kontrolo in pakiranje tuljavnika.

Naprava je sestavljena iz več mehanskih sklopov:

- del za nanašanje spajke,
- del za kontrolo in pakiranje tuljavnikov,
- sistem za kontrolo in doziranje spajke,
- sistem za taljenje spajke,
- merilni sistem za upornost tuljavnika.

V tabeli 3.1 so opisani simboli, ki so uporabljeni v nadaljevanju.

Simbol	Opis simbola
Z	Pnevmatski cilinder
M	Servo os
S	Stikalo
B	Svetlobno stikalo
Y	Krmilna tuljava pnevmatskega ventila
\cap	Logični in
\cup	Logični ali
/	Negacija

Tabela 3.1 Uporabljeni simboli.

3.1 Nanašanje spajke na žičke tuljavnikov

V tem delu so opisani sestavni deli naprave in potek nanašanja spajke na žički tuljavnika.

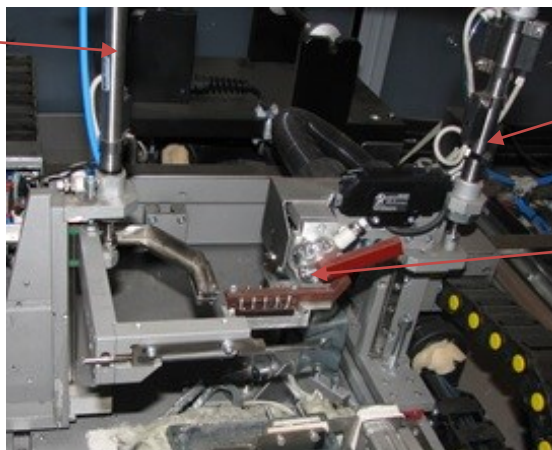
V spodnji tabeli 3.2 so poimenovani posamezni aktuatorji in končna stikala, ki so potrebna pri izdelavi programske opreme naprave.

Operater ročno naloži dva tuljavnika na trn ter ročno vpne žičke tuljavnika, v vpenjalo žic (Slika 3.3). S pritiskom na pedal U6 loputa počisti gladino spajke (Slika 3.4) in trn postavi žičke tuljavnika pod titanovo palico (v nadaljevanju krajše »Ti palica«), ta potisne žičke tuljavnika v stopljeno spajko (Slika 3.5). Trn z vertikalnim pomikom potegne žičke tuljavnika skozi spajko ter pri tem nanese spajko žičke. Glava žic ponovno samodejno vpne in napne žičke tuljavnika. Tako sta tuljavnika pripravljena za odvzem iz trna ter nadaljnjo kontrolo upornosti in odlaganje.

Oznaka aktuatorja	Naziv aktuatorja	Oznaka stikal	Naziv stikal
Z1	Trn vertikalno	S1	Trn vertikalno v zgornjem položaju
		S2	Trn vertikalno v spodnjem položaju
Z2	Glava žic vertikalno	S3	Glava žic v zgornjem položaju
		S4	Glava žic v spodnjem položaju
		S5	Glava žic v vmesnem položaju
Z3	Vpenjalo žic	/	/
Z5	Glava žic horizontalno	S8	Glava žic horizontalno v stisnjenem položaju
		S9	Glava žic horizontalno v iztegnjenem položaju
Z6	Titanova (Ti) palica	S10	Titanova (Ti) palica v zgornjem položaju
		S11	Titanova (Ti) palica v spodnjem položaju
Z14	Trn horizontalno	S20	Trn horizontalno v skrčenem položaju
		S21	Pozicija kontrole spajke
		S22	Trn horizontalno v vmesni poziciji
		S23	Trn horizontalno v iztegnjeni poziciji
Z15	Loputa čiščenja vertikalno	S24	Loputa čiščenja gladine spajke vertikalno v zgornjem položaju
Z16	Loputa čiščenja horizontalno	S25	Loputa čiščenja gladine spajke horizontalno v skrčenem položaju
		S26	Loputa čiščenja gladine spajke horizontalno v iztegnjenem položaju

Tabela 3.2: Oznake aktuatorjev in stanja stikal za nanašanje spajke na žičke tuljavnikov.

Z1 – Trn vertikalno

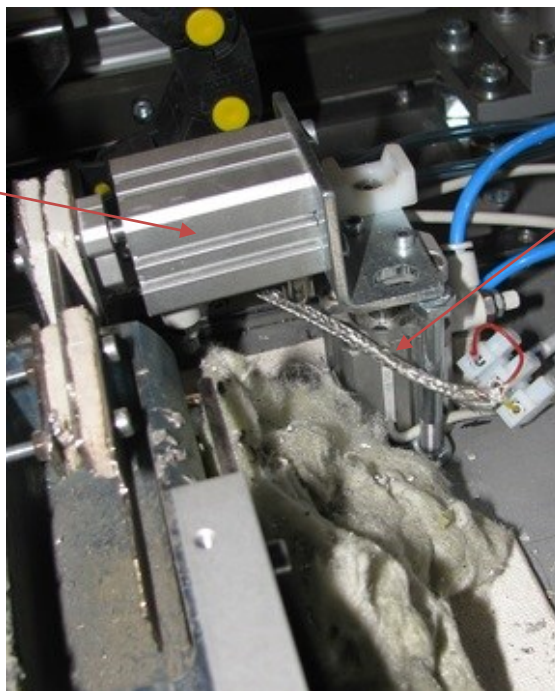


Z2 – Glava žic vertikalno

Z3 – Vpenjalo žic

Slika 3.3: Fotografija vpenjala žic, trna in glave žic.

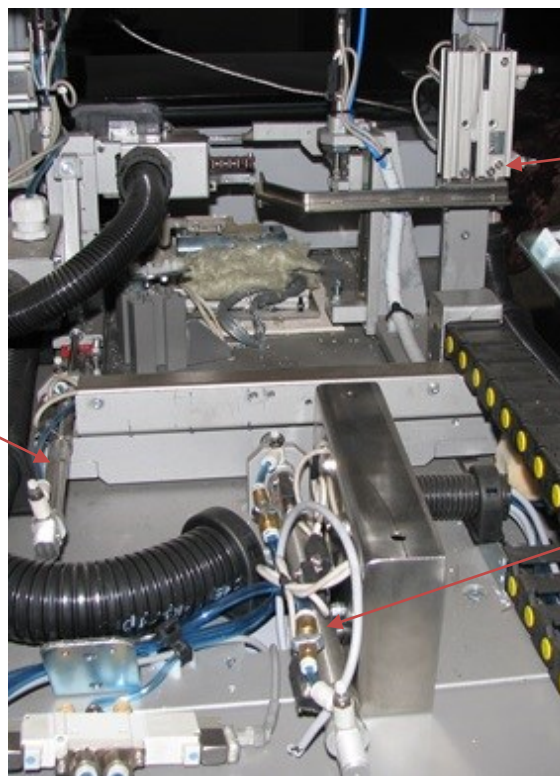
Z16 – Loputa
čiščenja gladine
spajke
horizontalno



Z15 – Loputa
čiščenja gladine
spajke vertikalno

Slika 3.4: Fotografija lopute čiščenja gladine spajke.

Z5 – Glava žic
horizontalno



Z6 – Ti palica

Z14 – Trn horizontalno

Slika 3.5: Fotografija glave žic, trna in titanove palice.

3.2 Kontrola in odlaganje tuljavnika

Ta del je namenjen:

- izvajanju kontrole upornosti tuljavnikov,
- izmetu slabih tuljavnikov,
- odlaganju dobrih tuljavnikov v paletu.

V spodnji tabeli 3.3 so poimenovani posamezni aktuatorji in končna stikala, ki so potrebna pri izdelavi programske sheme naprave.

Oznaka aktuatorja	Naziv aktuatorja	Oznaka stikal	Naziv stikal
Z4	Z os manipulatorja	S6	Z os manipulatorja v zgornjem položaju
		S7	Z os manipulatorja v spodnjem položaju
Z7	Glava manipulatorja	S12	Glava manipulatorja v horizontalnem položaju
		S13	Glava manipulatorja v vertikalnem položaju
Z8	Vpenjalo kontrole	S14	Vpenjalo kontrole odprto
Z9	Vpenjalo tuljavnika 1	S15	Vpenjalo tuljavnika 1 odprto
Z10	Vpenjalo tuljavnika 2	S16	Vpenjalo tuljavnika 2 odprto
Z11,Z12	Potiskavca palete	S17, S18	Potiskavca palete odprta
Z13	Vpenjalo palete	S19	Vpenjalo palete odprto
		Oznaka signalov	Opis signalov
M2	Os manipulatorja	INP	Os dosegla pozicijo
		SVRE	Os vklopljena
		BUSY	Os v gibanju
		SETON	Os je dosegla relativno nulo
		ALARM	Napaka pri delovanju osi
M3	Os palete	INP	Os dosegla pozicijo
		SVRE	Os vklopljena
		BUSY	Os v gibanju
		SETON	Os je dosegla relativno nulo
		ALARM	Napaka pri delovanju osi

Tabela 3.3: Opis aktuatorjev in stanja stikal pakiranja tuljavnikov.

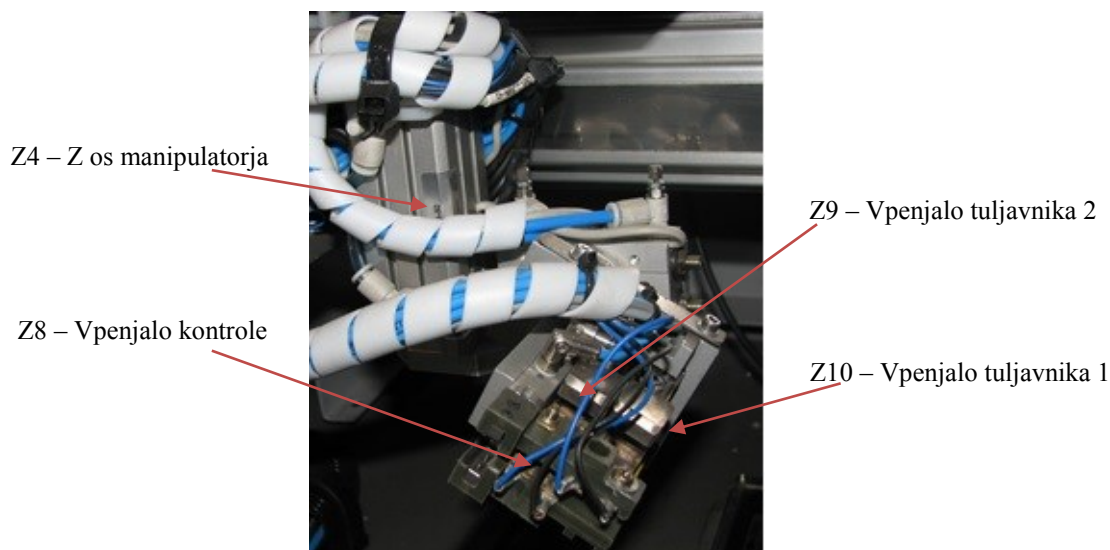
Os manipulatorja iz trna odvzame tuljavnika, pripravljena za odvzem (Slika 3.6). Med potovanjem servo osi (Slika 3.7) do mesta izmeta, se izvede kontrola upornosti tuljavnika. Glava manipulatorja obrne tuljavnika v vertikalni položaj. Glede na meritev se slabi tuljavniki odvržejo v predal slabih tuljavnikov, dobri pa se postavljajo na paletu. Pri polni paleti se

paleta postavi na mesto odvzema palete ter se odpre (Slika 3.8). Tako je paleta pripravljena za ročni odzem.

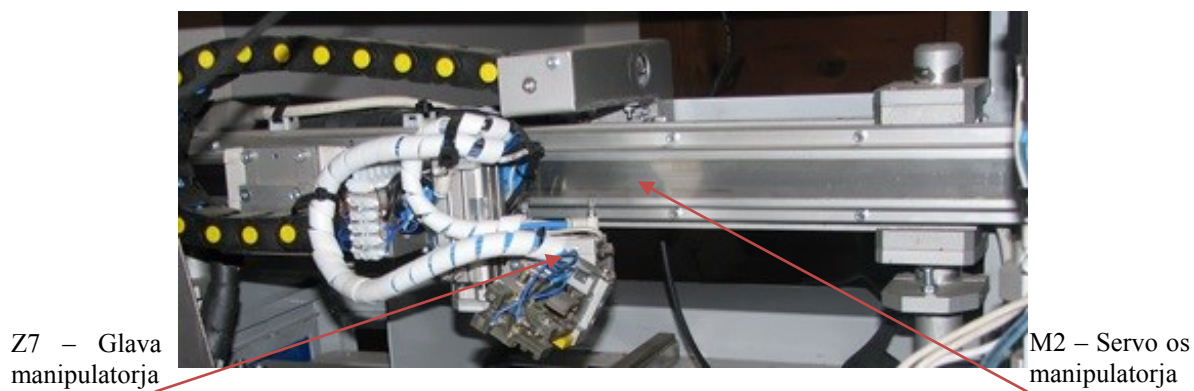
»Poka Yoke« pomeni splošen pristop pri snovanju sistemov, kjer se poskušamo čimbolj izogniti človeškim napakam. Z varnostno potrditveno akcijo potrdimo, da se lahko proizvodni proces nadaljuje v nasprotnem primeru ne sme biti dovoljeno nadaljevanje proizvodnega procesa. V našem primeru je potrditev svetlobnega senzorja, da je zaznal prelet slabega tuljavnika.

Izmet slabega tuljavnika se mora zaradi pristopa Poka Yoke potrditi s stikalom B1. V primeru, da se slab tuljavnik odvrže v predal in se ta ne potrdi se mora naprava zaustaviti in javiti napako. Predal za slabe tuljavnike je spremljan tako, da je v statistiki videti koliko slabih tuljavnikov je v njem trenutno postavljeno. Pri prepolnem predalu slabih tuljavnikov se delovanje naprave zaustavi ter javi napako.

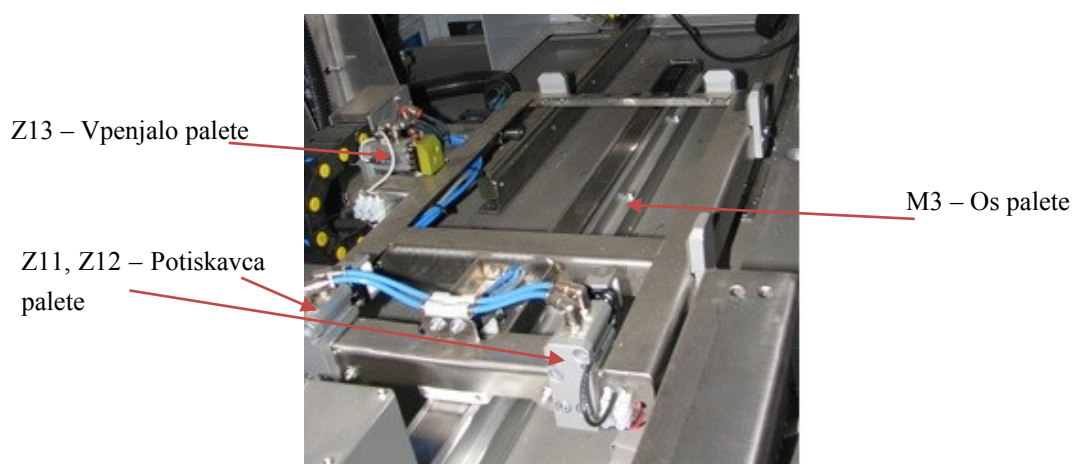
Kontrola upornosti se izvaja s sistemom Burster RESISTOMAT 2329 (Slika 3.9), povezan je z merilnim vpenjalom kontrole v glavi manipulatorja.



Slika 3.6: Fotografija vpenjala tuljavnika in vpenjala kontrole.



Slika 3.7: Fotografija servo osi vpenjala tuljavnika in glave manipulatorja.



Slika 3.8: Fotografija servo osi in vpenjanja palete.



Slika 3.9: Fotografija merilne naprave upornosti Burster RESISTOMAT 2329.

3.3 Doziranje in taljenje spajke

Taljenje spajke se izvaja s sistemom, ki vključuje krmilje taljenja spajke TLK38 in titanovo talilno banjico (v nadaljevanju krajše »Ti banjico«); prikazana je na sliki 3.10.



Slika 3.10: Fotografija Ti talilne banjice spajke.

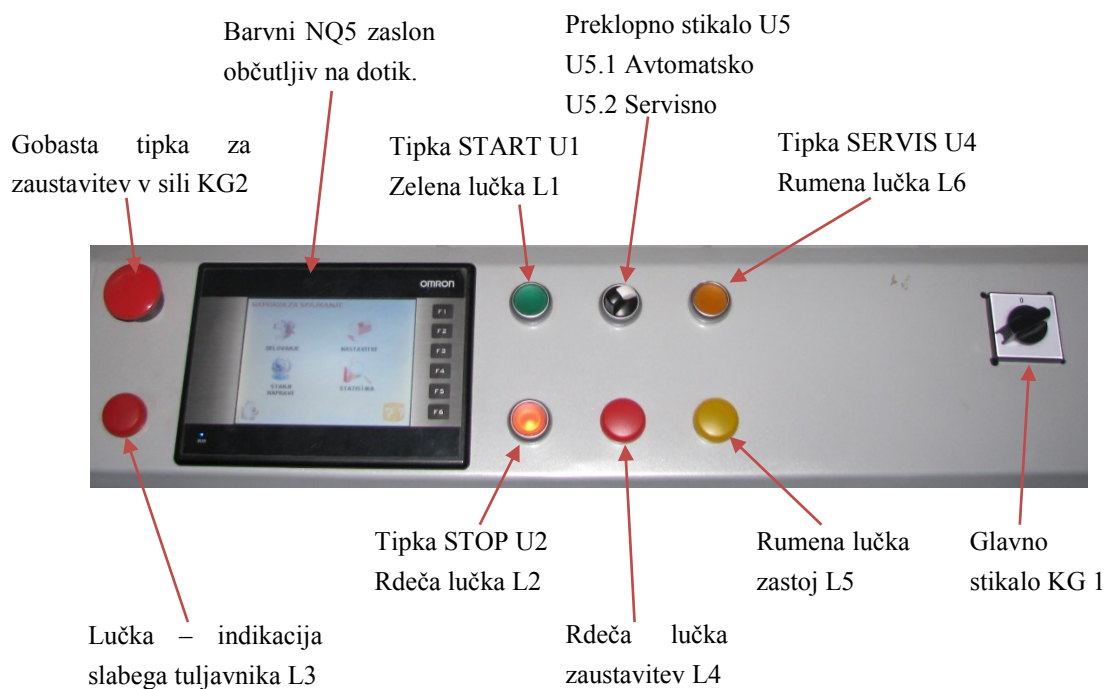
Kontrola višine spajke je izvedena z digitalnim optičnim stikalom (Slika 3.11). Merjenje se izvaja medtem, ko je trn horizontalno Z14 postavljen v pozicijo kontrole spajke in je stikalo S21 aktivirano.



Slika 3.11: Fotografija kontrole višine gladine spajke.

3.4 Nadzorna plošča

Z nadzorno ploščo se uravnava delovanje naprave, določa delovne parametre naprave in dobijo povratne informacije o delovanju naprave. Nadzorna plošča naprave z opisi posameznih tipk, stikal in svetlobnih signalov je prikazana na sliki 3.12.



Slika 3.12: Fotografija nadzorne plošče naprave .

Poglavje 4 Uporabniški vmesnik prototipne naprave

V posvetovanju z vodjem vzdrževanja smo se seznanili z dejstvom, da na tovrstnih tipih naprav prihaja do določenih napak, zaradi nepravilne uporabe naprave. Do mnogih napak prihaja zaradi neznanja osebja predvsem v operacijah, ki jih izvajajo posluževalci naprave. Posluževalec naprave je človek, ki dobi vklopljeno in pripravljeno napravo za delo ter samo nalaga tuljavnike na trn in s pedalom proži avtomatski cikel naprave.

Uporabniški vmesnik pomeni glavno orodje za upravljanje s tovrstnimi napravami. Oblikovali smo ga tako, da omogoča čim lažjo in razumljivo uporabo tudi v primerih, ko bi napravo posluževala manj usposobljena oseba.

Uporabniški vmesnik je oblikovno in programsko oblikovan tako, da so s pooblastili preprečeni dostopi do delov uporabe naprave, predvsem posluževalcu naprave. Za oblikovanje uporabniškega vmesnika so bile izkoriščene možnosti, ki jih ponuja prikazovalnik (uporaba več oken, uporaba 256 barv, delo z slikami in ikonami....). Uporaba slik, ikon in svetlobnih signalov omogoča spremljanje oziroma opozarja na možnosti oziroma nevarnosti izvedbe nepravilne akcije na napravi, ki lahko privede do poškodbe osebja in naprave. Hkrati pa uporaba slikovnega barvnega prikaza omogoča uporabniku bolj prijazno in intuitivno uporabo naprave.

4.1 Spremenljivke in oznake

Za komunikacijo med krmilnikom in prikazovalnikom smo uporabili spominska sektorja H in D. Sektorja smo zaradi sistematizacije gradnje uporabniškega vmesnika, ki omogoča hitro iskanje ter lociranje morebitne napake, razdelili v področja. Razdelitev spremenljivk prikazuje tabela 4.1.

Št.	Sektor spremenljivk	Naziv spremenljivke	Uporaba spremenljivke
1	H0.00 – H9.15	Stanje naprave	Prikazovanje stanja naprave (izpisi v katerem načinu delovanja je postavljena naprava, napake, ki se pojavljajo na napravi...).
2	H10.00 – H13.15	Glavne spremenljivke	Direktno vplivajo na delovanj naprave (zagon avtomatskega cikla, prekinitev, reset, nuliranje....).
3	H14.00 – H15.15	Spremenljivke nastavitvev	Uporabljene so v nastavitvah in sicer predvsem za vračanje tovarniških nastavitvev.
4	H16.00 – H19.15	Servisne spremenljivke	Uporabljajo se za aktivacijo posamezne akcije v servisnih načinih delovanja (izvzet je ciklični način delovanja naprave).
5	H20.00 – H29.15	Spremenljivke svetlobnih oznak	Uporabljene so pri svetlobnih oznakah.
6	H30.00 – H33.15	Spremenljivke oken	Uporabne so za identifikacijo, da je na uporabniškem vmesniku odprto določeno okno.
7	H34.00 – H39.15	Spremenljivke svetlobnih oznak cikličnega načina delovanja naprave	Uporabljene so za prikazovanje izvedenih oziroma neizvedenih korakov pri cikličnem delovanju naprave.
8	D100 – D149	Spremenljivke nastavitvev	Uporabljene so za vpisovanje vrednosti nastavitvev naprave.
9	D150 – D199	Spremenljivke gesel	Uporabljene so za vpisovanje gesel, ki omogočajo upravljanje z določenimi akcijami naprave.

Tabela 4.1: Razpored spremenljivk v pomnilniku in njihove oznake.

Razpored glavnih spremenljivk se dejansko začne s spremenljivko H12.00. Področje H10.00-H11.00 se pusti prosto za morebitno razširitev področja spremenljivk, ki zajemajo stanje naprave.

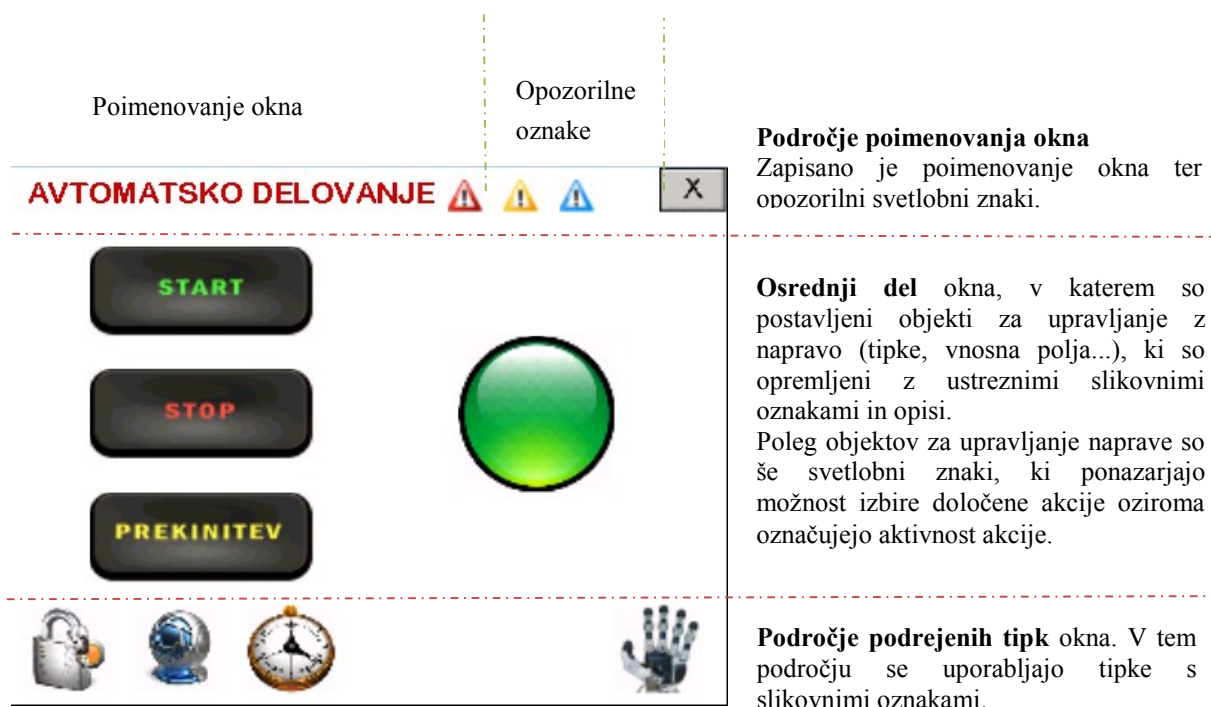
Pri izdelavi diagrama delovanja uporabniškega vmesnika in vseh diagramih, ki so uporabljeni pri razlagi posameznega področja delovanja vmesnika, smo uporabljali interne oznake. V tabeli 4.2 so opisane uporabljene oznake s prevodom ter uporabo.

Okna			
Št	Oznaka	Naziv	Namen
1	MS	Glavno okno (»Main screen«)	Označevanje glavnih oken. Okna, ki primarno omogočajo prehod v delovna okna.
2	MW	Glavno delovno okno (»Main work screen«)	Označevanje delovnih oken. Iz teh oken se primarno upravlja z delom naprave.
3	MSS	Glavno okno statistike (»Main statistic screen«)	V oknih se prikazuje osnovne statistike.
4	SOP	Nastavitveno okno (»Setup operation«)	Okna za nastavitve lastnosti in delovanje naprave.
5	MSC	Okno za vnos gesel (»Main screen code«)	Okna za vnos gesel, ki omogočajo delovanje dela naprave
6	MSH	Okna pomoči (»Main screen help«)	Okna povezana s področjem pomoči.
7	PS	Pomožno okno (»Pop-up screen«)	Pomožna okna.
Objekti			
Št	Oznaka	Naziv	Namen
1	LOP	Lučke na prikazovalniku (»Light operating panel«)	Svetlobni prikaz na uporabniškem vmesniku.
2	COP	Števci (»Counter operating panel«)	Števci, ki so prikazani na uporabniškem vmesniku.
3	K1OP	Tipke (»Key operating panel«)	Uporablja se za vse spremenljivke, ki jih krmilnik sprejema iz uporabniškega vmesnika.
4	K2OP	Vnosna polja (»Key operating panel«)	Označuje vnosna polja in vrednosti na uporabniškem vmesniku.
5	K3OP	Tipke pri servisnem načinu (»Key operating panel«)	Objekti, ki so uporabljeni pri servisnem načinu delovanja naprave.
6	K4OPN	Tipka naslednje okno (»Key operating panel – NEXT«)	Navigacijska tipka za prehod v naslednje okno.
7	K4OPP	Tipka predhodno okno (»Key operating panel – PREVIOUS«)	Navigacijska tipka za prehod v prejšnje okno.
8	K5OPN	Tipka izključi aktivno okno (»Key operating panel – NEGATIVE«)	Zapri aktivno okno.

Tabela 4.2 Oznake in pomen oken ter objektov uporabniškega vmesnika.

4.2 Organizacija uporabniškega vmesnika

Okna morajo biti organizirana tako, da se prikazujejo informacije, navigacijske tipke ter objekti za upravljanje z napravo vedno na enakem delu zaslona. S tem postane uporabniški vmesnik bolj intuitiven za uporabnika. Slika 4.1 prikazuje primer razporeditve objektov in ostalih elementov na uporabniškem vmesniku.



Slika 4.1: Tipično okno uporabniškega vmesnika.

Uporabniški vmesnik smo razdelili v pet funkcionalnih področij:

- delovanje,
- stanje naprave,
- nastavitve,
- statistika,
- pomoč.

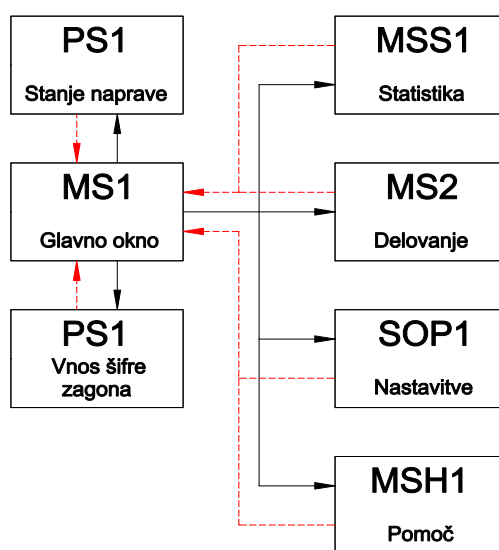
Posamezna glavna področja so razdeljena v podpodročja, ki so opisana v poglavjih od 4.3.1 do vključno 4.3.5.

S pooblastili so zaščitene akcije na napravi, ki jih uporabnik lahko izvaja. Namen tega ukrepa je predvsem, da lahko uporabnik dela samo tisto za kar je njegova skupina pooblaščen. V poglavju 5.3 so opisane skupine uporabnikov in njihova pooblastila.

4.3 Shema delovanja uporabniškega vmesnika

Pri snovanju logike delovanja uporabniškega vmesnika smo sledili načelu ločenosti, da se vse funkcije izvajajo v programu, ki se nahaja v krmilniku naprave. Uporabniški vmesnik je samo vmesni člen med uporabnikom in krmilnikom.

Po vklopu naprave se po določenem času zagona, prikazovalnik postavi v prvo glavno okno, ki omogoča prehod v glavna področja delovanja naprave. V tem oknu je mogoč prehod v okno namenjeno vpisu vstopnega gesla. V zgornjem delu okna se v primeru, da se na napravi izvaja samo nanašanje spajke, pojavi opozorilna ikona. Slika 4.2 prikazuje področja delovanja in prehode med njimi. Slika 4.3 prikazuje glavno okno uporabniškega vmesnika.



Slika 4.2: Shema prehodov med glavnimi okni.



Slika 4.3: Glavno okno uporabniškega vmesnika.

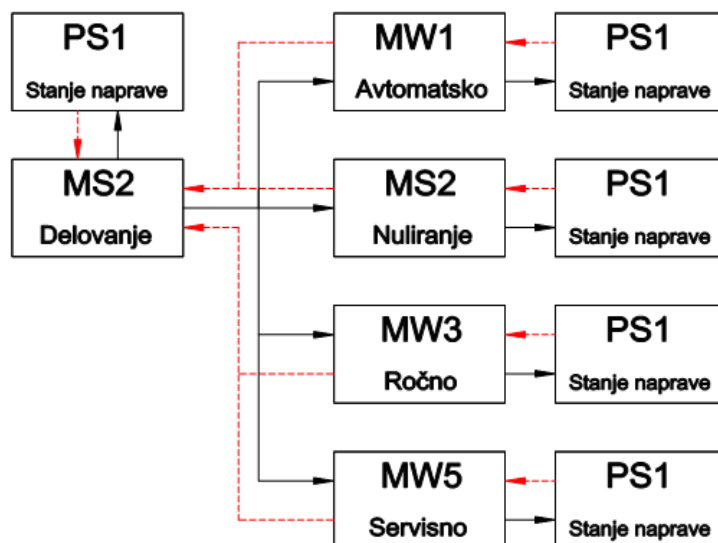
4.3.1 Področje delovanja naprave

Področje delovanja naprave smo razdelili na štiri podpodročja (Slika 4.4):

- avtomatsko delovanje naprave,
- postavitve naprave v začetni položaj,
- ročno delovanje naprave,
- servisno delovanje naprave.

Posamezno podpodročje delovanja omogoča različno upravljanje, z deli naprave oziroma s celotno napravo. Dostop do področij delovanja je varovan s pooblastili.

Iz okna nadzorovanja delovanja je omogočen pregled pomoči. V zgornjem delu okna se v primeru, da je vklopljena izbira, ki omogoča samo nanašanje spajke, vklopi opozorilna ikona. Slika 4.4 prikazuje okno podpodročja delovanje.



Slika 4.4: Shema prehoda med okni podpodročja delovanje.



Slika 4.5: Okno podpodročja delovanje naprave.

4.3.1.1 Avtomatsko delovanje naprave

V oknu avtomatskega delovanja se izvaja nadzor nad rednim delom (avtomatskim ciklom) delovanja naprave. To pomeni izvajanje procesa nanosa spajke na proste konce žic tuljavnikov, kontrolo njihove upornosti in pakiranje. Nadzorne funkcije so:

- vklop avtomatskega delovanja (START),
- izklop avtomatskega delovanja (STOP),
- prekinitve avtomatskega delovanja (PREKINITEV).

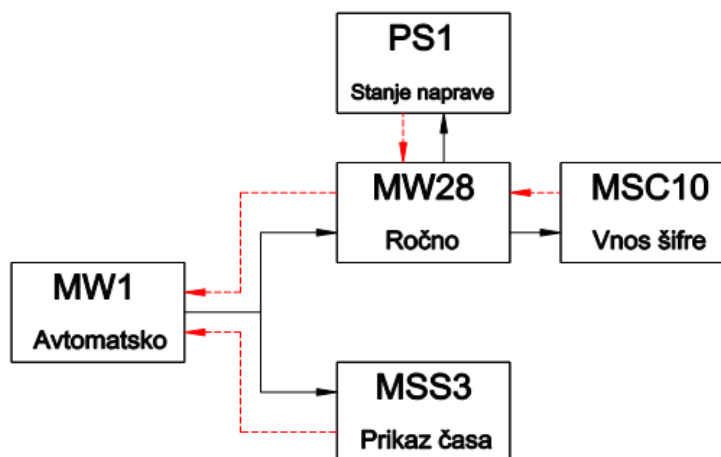
Cikel avtomatskega delovanja je popolnoma nadziran s končnimi stikali posameznih aktuatorjev. Pogoj delovanja avtomatskega cikla je, da je naprava postavljena v začetni položaj ter s preklopno tipko U5 (na nadzorni plošči) postavljena v avtomatski način.

Lučke, ki so nameščene poleg tipk nadzora, prikazujejo delovanje cikla. Tabela 4.3 zajema opis in delovanje svetlobnih signalov, v posameznem stanju avtomatskega dela naprave.

Stanje avtomatskega delovanja	Prikaz	Izbira	Opomba
Naprava postavljena v avtomatski način delovanja	Zelena lučka pri tipki START utripa	Iz tega stanja se lahko začne avtomatski cikel s tipko START	Naprava postavljena v začetni položaj
Na napravi se izvaja avtomatski cikel	Zelena lučka pri tipki START gori	1. Izvede se lahko prekinitev avtomatskega cikla s tipko PREKINITEV 2. Izvede se lahko ZAUSTAVITEV avtomatskega cikla s tipko STOP	Naprava ni več postavljena v začetni položaj
Zaustavitev avtomatskega cikla	Pri tipki STOP gori rdeča lučka	/	Napravo je potrebno za ponovni zagon avtomatskega cikla ponovno nulirati
Prekinitev avtomatskega cikla	Pri tipki PREKINITEV gori rumena lučka ter pri tipki START utripa zelena lučka	1. Izvede se lahko ponovni zagon avtomatskega cikla s tipko START 2. Izvede se lahko zaustavitev avtomatskega cikla s tipko STOP	Naprava ni postavljena v začetni položaj.
Preklopna tipka U5 postavljena v srednji položaj	Vse lučke v avtomatskem oknu ugasnejo	/	/

Tabela 4.3: Delovanje svetlobnih signalov.

Pri zaustavitvi in prekinitvi avtomatskega cikla se zaradi narave delovanja pnevmatskega krmilja začeti cikel dokonča. Avtomatsko delovanje naprave se v delu pakiranja veže na menjavo palete in odvzem slabih tuljavnikov iz predala, operater mora odvzem potrditi. Potrditev se izvede v oknu ročnega delovanja. Za uspešno nanašanje spajke je velikega pomena čas potopitve žičk tuljavnika v spajko. Omogočeno je, da lahko operater iz okna avtomatskega nadzora prehaja v okno prikaza časa potopitve žičk v spajko (Slika 4.6). Slika 4.7 prikazuje okno podpodročja avtomatsko delovanje.



Slika 4.6: Shema prehodov med okni področja avtomatskega delovanja.



Slika 4.7: Okno podpodročja avtomatsko delovanje naprave.

4.3.1.2 Postavitev naprave v začetni položaj

Nuliranje je proces delovanja, pri katerem se naprava postavi v začetni položaj. Začetni položaj pomeni potrebni pogoj za začetek vseh ostalih procesov; od tu naprej je delovanje naprave nadzorovano.

Za proces postavitve naprave v začetni položaj se pogosto uporablja izraz »nuliranje«, ki se na željo podjetja nahaja tudi v uporabniškem vmesniku.

Za izvedbo procesa postavitve naprave v začetni položaj se mora na napravi pravilno izvesti vklop, hkrati pa mora biti naprava postavljena v način nuliranja. Postopek postavitve v začetni položaj je opisan v tabeli 4.4.

Stanje avtomatskega delovanja	Prikaz	Izbira	Opomba
Naprava postavljena v način nuliranja	1. Rumena lučka na L4 na nadzorni plošči gori 2. Rumena lučka pri tipki NULIRANJE utripa	/	Naprava postavljena v način nuliranja
Na napravi poteka proces nuliranja	1. Rumena lučka L6 na nadzorni plošči utripa 2. Rumena lučka pri tipki NULIRANJE gori	1. S Tipko RESET se izklopi proces nuliranja 2. S preklopom tipke U5 v servisni ali avtomatski način ali z izhodom iz okna nuliranja se proces nuliranja ustavi	Naprava ni postavljena v začetni položaj
Proces nuliranja se zaključi	Na nadzorni plošči luč L6 ugasne ter na prikazovalniku rumena lučka pri tipki NULIRANJE ugasne	/	Naprava je postavljena v začetni položaj

Tabela 4.4: Postavitev naprave v začetni položaj.

V oknu nuliranja (Slika 4.8) je nameščena tipka RESET. Tipka postavi vse spremenljivke na izhodiščno vrednost. Iz okna za nadzor postavitve naprave v začetni položaj je omogočen pregled stanja naprave.



Slika 4.8: Okno postavitve naprave v začetni položaj oz. »nuliranje naprave«.

4.3.1.3 Ročno delovanje naprave

V ročno delovanje naprave prehaja operater, ko potrebuje izvesti katero od spodaj opisanih akcij:

- **DOZIRANJE SPAJKE:** Doziranje spajke se glede na nastavitev dozira na dva načina:

- doziranje spajke s kontrolo višine spajke v talilni banjici,
- doziranje spajke brez kontrole višine spajke v talilni banjici.
- **ODVZEM PALETE:** Odvzem palete se izvaja iz avtomatskega cikla naprave, ko je paleta napolnjena. Odvzem palete se izvede tudi v primeru, da naprava ni postavljena v avtomatski način delovanja.
- **MENJAVA PALETE:** S tipko menjava palete operater potrdi ustrezno odvzeto ter ponovno ustrezno nameščeno novo paleto.
- **ODVZEM TULJAVNIKOV:** S tem ukazom operater potrdi, da so bili slabi tuljavniki, odvrženi v predal, pravilno odvzeti.
- **VKLOP CIKLA:** Delovanje avtomatskega cikla naprave zaustavi predviden pogoj, če bi se pri kontroli tuljavnikov zaporedno pojavilo več slabih tuljavnikov. Predvidevamo, da se v tem primeru pojavi določena težava, ki lahko izvira iz nastavitve naprave ali pa iz proizvodnega procesa tuljavnika. V tem primeru se avtomatski cikel prekine, naprava javi napako. S tipko vklop cikla operater potrdi, da je bila napaka odpravljena, tako se lahko nadaljuje izvajanje avtomatskega cikla na napravi.
- **VKLOP NAPRAVE:** Vklop naprave se izvaja v rednem zagonu naprave, s kontrolo vklopa. S tipko vklop naprave se vklop zraka izvede direktno brez kontrole.
- **VKLOP/IZKLOP SERVO OSI:** Ta ukaz je predviden predvsem v primeru, če se na napravi pojavi potreba po vklopljenem napajanju zraka ter prostih servo oseh. Lahko se pa zaradi znižanja porabe energije uporablja v primeru, če na napravi poteka samo proces spajkanja.
- **VKLOP/IZKLOP ZRAKA:** Predviden je predvsem zaradi potreb servisiranja oziroma preverjanju delovanja servo osi, talilne banjice, kontrolne naprave upornosti in doziranju spajke.
- **RESET:** Ker se v načinu ročnega nadzora upravljanja z napravo večkrat pojavi potreba po postavitvi spremenljivk v izhodiščno vrednost je bila v to okno zaradi prijaznosti in manjšega prehoda med okni, postavljena tipka RESET.

- **PRIJAVA Z GESLOM:** V oknu ročnega nadzora naprave je prehod v okno prijave. Gesla, ki dovoljujejo dostop do določenih delov upravljanja z napravo, smo razdelili na več skupin, pri vsaki skupini se opravlja različno usposabljanje:
 - administrator,
 - vodja naprave,
 - serviser,
 - nastavljaivec,
 - operater.

Podroben opis pooblaščenja posamezne skupine je podan v poglavju 5.3.

Pri prijavi se pri napačno vpisanem geslu pojavi opozorilo v zgornjem delu okna »Napačno geslo«.

Upravljanje s posameznimi deli ročnega delovanja naprave se nadzoruje z lučkami, nameščenimi poleg posameznih tipk na vmesniku.

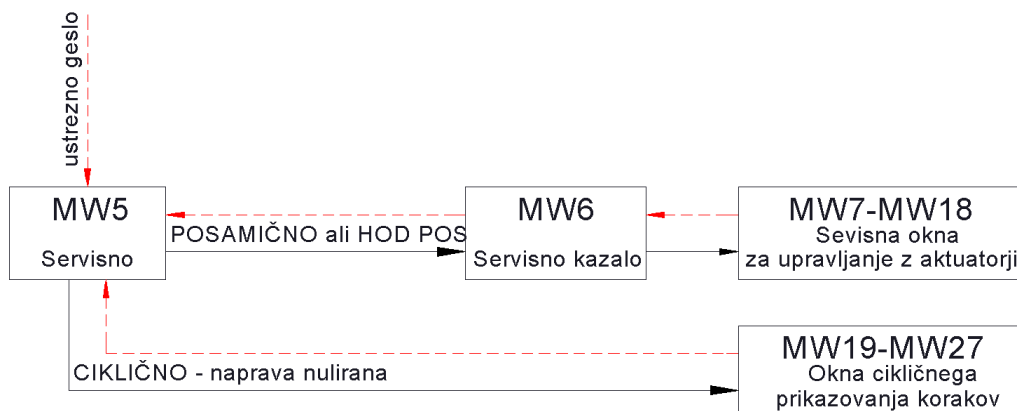
4.3.1.4 Servisno delovanje naprave

Glede na potrebe delovanja naprave pri procesu servisa oziroma preverjanju delovanja naprave, so bili predvideni trije načini servisnega delovanja naprave:

- HOD_POS,
- POSAMIČNO,
- CIKLIČNO.

Podrobno delovanje posameznega načina delovanja določenega načina je podano v poglavju 5.7.3.

V servisnem načinu delovanja (Slika 4.8 in Slika 4.9) prihaja do delovanja naprave brez kontrole, kar lahko pri nepazljivem delu privede do poškodbe osebja ali naprave. Zato je dostop do tega dela zaščiten z geslom.



Slika 4.8: Shema prehoda med okni servisni način delovanja.



Slika 4.9: Servisno okno.

Pogoji za izbiro servisnega načina delovanja so: postavljena tipka U5 (na nadzorni plošči) v položaj SERVISNO, vmesnik postavljen v servisno okno ter ustrezno vnešeno geslo. V tabeli 4.5 je opisana postavitev v servisni način.

Stanje ročnega delovanja	Prikaz	Izbira	Opomba
Naprava je postavljena v servisni način.	1. V primeru, da naprava ni nulirana, utripa zelena lučka pri tipki HOD_POS in POSAMIČNO. 2. V primeru, da je naprava nulirana, utripajo lučke pri tipkah HOD_POS, POSAMIČNO in CIKLIČNO. 3. Rumena lučka L6 gori na nadzorni plošči.	1. Izbere se servisni način delovanja HOD_POS. 2. Izbere se servisni način delovanja POSAMIČNO. 3. Izbere se servisni način CIKLIČNO (naprava mora biti nulirana).	/
Naprava deluje v servisnem načinu HOD_POS.	1. Zelena lučka gori pri tipki HOD_POS. 2. Rumena lučka L6 gori na nadzorni plošči.	Izbere se drugi način servisnega delovanja.	Naprava postavljena v servisni način HOD_POS.
Naprava deluje v servisnem načinu POSAMIČNO.	1. Zelena lučka gori pri tipki POSAMIČNO 2. Rumena lučka L6 gori na nadzorni plošči	Izbere se drugi način servisnega delovanja.	Naprava postavljena v servisni način POSAMIČNO.
Naprava deluje v servisnem načinu CIKLIČNO.	1. Zelena lučka gori pri tipki CIKLIČNO. 2. Rumena lučka L6 utripa na nadzorni plošči.	Izbere se drugi način servisnega delovanja.	Naprava postavljena v servisni način CIKLIČNO.

Tabela 4.5: Postavitev naprave v servisni način.

4.3.2 Področje stanja naprave

V oknu se izpisuje trenutno stanje naprave. Izpisujejo se napake, zaradi katerih je prišlo do zaustavitve delovanja naprave.

Predvideli smo, da se na pregled stanja naprave lahko prehaja iz vseh oken uporabniškega vmesnika, ki lahko vplivajo na delovanja naprave. Po pregledu stanja naprave se vedno vrne v okno, iz katerega je bilo stanje naprave poklicano.

4.3.3 Področje nastavitve naprave

V tem delu uporabniškega vmesnika so nastavitve, ki vplivajo na lastnosti in delovanje naprave. Celoten dostop smo zavarovali z geslom, zaradi uporabnosti naprave in s tem zmanjšanja možnosti, da bi zaradi nepravilnih nastavitve prišlo do neustrezne obdelave tuljavnikov ali do neželenih napak pri delovanju naprave.

Področje nastavitve smo razdelili v tri tematske dele:

- **NASTAVITVE NAPRAVE:** V tem delu nastavitve so opisane nastavitve, ki vplivajo direktno na delovanje naprave (čas meritve, čas vklopa naprave...). Pri teh nastavitvah so tudi tipke, ki povrnejo nazaj osnovne proizvajalčeve nastavitve.

- **DOZIRANJE SPAJKE IN KONTROLA:** Doziranje spajke, kontrola spajke in taljenje spajke v talilni banjici delujejo kot samostojni sistem ter se jih lahko kot take vgradi tudi na druge naprave. Zato je nastavitev tega dela naprave postavljena v samostojno okno. V tem oknu so tudi tipke, ki povrnejo nazaj osnovne proizvajalčeve nastavitve.
- **NASTAVITEV VSTOPNIH GESEL:** Predvideli smo, da skupine uporabnikov naprave lahko vpisujejo svoja gesla ter jih spreminjajo v tem oknu.

4.3.4 Področje statistike

Statistika zajema osnovne števec, ki so povezani s proizvodnjo na napravi:

- števec ustrezno izdelanih tuljavnikov,
- števec slabo izdelanih tuljavnikov,
- kumulativni števec, ki prikazuje skupno število izdelanih tuljavnikov,
- števec, ki prikazuje število dobrih tuljavnikov postavljenih v paleto,
- števec slabi tuljavnikov odvrženih v predal,
- števec spajkanja, ki se vključi v primeru, ko je na napravi aktivirano samo spajkanje tuljavnika.

Števci so predvsem pomembni zaradi sledenja stabilnosti proizvodnje, kar pomeni, da so pomembni za vodje določenega proizvodnega procesa. Iz tega razloga je postavitve števcov, na vrednost 0 varovana z geslom.

4.3.5 Področje pomoči

Skozi prakso proizvajalca naprave se je predvsem pokazalo, da navodila za varno uporabo naprave velikokrat ne zadostujejo za pravilno rabo naprave. Proizvajalec naprave izdelava za uporabnika dokumentacijo naprave z ustreznimi risbami, shemami, varnostnimi ocenami, navodili in priporočili za varno uporabo lete, v skladu z direktivo o skladnosti in oznako CE. Dodatno se za lažjo ter varnejšo uporabo naprave izdelajo tudi priročniki, ki bi morali biti nameščeni direktno na napravi. Ker se v veliko primerih iz različnih razlogov ti priporočniki odstranijo, smo se odločili, da prenesemo priročnik v uporabniški vmesnik, pod temo pomoči.

Do teme pomoči ima dostop vsak uporabnik naprave, vendar ni namenjena usposabljanju osebja.

Področje pomoči je razdeljen na dve tematski področji:

- **UKAZNO PODROČJE:** V tem delu so opisana posamezna okna uporabniškega vmesnika in ukazi, ki vplivajo na delovanje naprave ali pa uporabljajo prehode v druga okna,
- **POSTOPKI:** V tem področju so opisani osnovni postopki, ki vplivajo na delovanje naprave (avtomatsko delovanje, ročni način delovanja...).

Zaradi hitrejšega in prijaznejšega uporabniškega vmesnika se iz kazala servisnega načina delovanja MW6 ter oken za servisni nadzor servo osi MW14 in MW15 lahko direktno preide v ustrezno okno teme pomoči, ki je povezano z uporabljenimi oznakami v trenutnem oknu. Iz okna pomoči je predvideno, da se po uporabi vrnemo v okno, iz katerega je bila pomoč poklicana.

Poglavje 5 Programska oprema krmilnika

Na začetku razvoja smo najprej dorekli grobo shemo delovanja programa. Določili smo predvidene pozicije potovanja posameznih aktuatorjev. Pri pnevmatskih cilindrih smo poimenovali stikala, pri servo oseh pa njihove pozicije premikov. Sektorje spomina krmilnika H, W, D in T smo razdelili glede na njihov namen uporabe. S tem smo določili območja spremenljivk in za kaj se bodo te spremenljivke uporabljale. Kreirali smo simbolno tabelo (priloga B.1) izhodov in vhodov, poimenovali signale, določili oznako signala ter ali je vhod ali izhod.

Programiranje je potekalo po dogovorjenem vrstnem redu. Najprej smo izdelali dele programa, ki niso odvisni od krmilne napetosti (pooblašanje in nastavitve naprave), nato vklop naprave, režime delovanja naprave, statistiko, stanje naprave in na koncu pomoč. Vsak programski del je bil testiran s simulatorjem, ki ga vsebuje programsko okolje, nato pa je bil testiran še na napravi. Testiranje na napravi je potekalo tako, da smo izvajali korak po korak in preverjali pravilnost gibov. V kolikor je bilo stikalo napačno postavljeno smo po potrebi predstavili stikalo na pravo mesto. Glede stikal se je bilo potrebno največ posvetiti tistim aktuatorjem, ki imajo vmesno stanje; če se namreč narobe nastavi vmesno stanje, se aktuator ustavi na napačnem mestu tako ni ta korak sinhroniziran z naslednjim. S testiranjem dobimo tudi jasnejšo sliko, ali je kateri od korakov prenevarjen, da bi prišlo do kolizije, če smo katerega od korakov prepozno ali prehitro izvedli ter, če je kateri korak odveč ali premalo. Programiranje je potekalo koračno tako, da vsak naslednji korak preveri, če se je prejšnji izvedel in potrdi, ko se sam izvede.

Glede na predvideno delovanje je naprave razdeljena na:

- nanašanje spajke,
- pakiranje: del zajema odvzem tuljavnikov iz trna, izvajanje meritve, izmet slabih tuljavnikov, postavljanje dobrih tuljavnikov na paleto,
- doziranje spajke,
- menjavo palete.

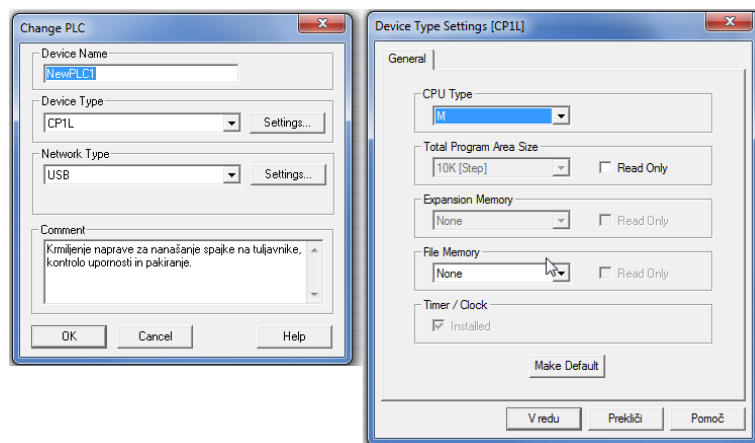
V nadaljevanju se velikokrat sklicujemo na spremenljivke, vhode, izhode, krmilne tuljave ventilov (Y) ali stikala (S,B). Pri navajanju na primer spremenljivke »W0.00« brez dodatnega opisa vrednosti pomeni, da je vrednost te spremenljivke 1. V primeru navajanja »/W0.00« pa je vrednost spremenljivke 0. V kolikor pa je vrednost podana pa je na primer »W20=#0«.

5.1 Predstavitev programiranja v CX-Programmer-ju

Razvoj programske opreme krmilnika je potekal z Omronovim programskim orodjem CX-Programmer. Izbrali smo lestvični način programiranja. Razvojno orodje omogoča testiranje programa na dva načina: s simulacijo na računalniku in s simulacijo na krmilniku.

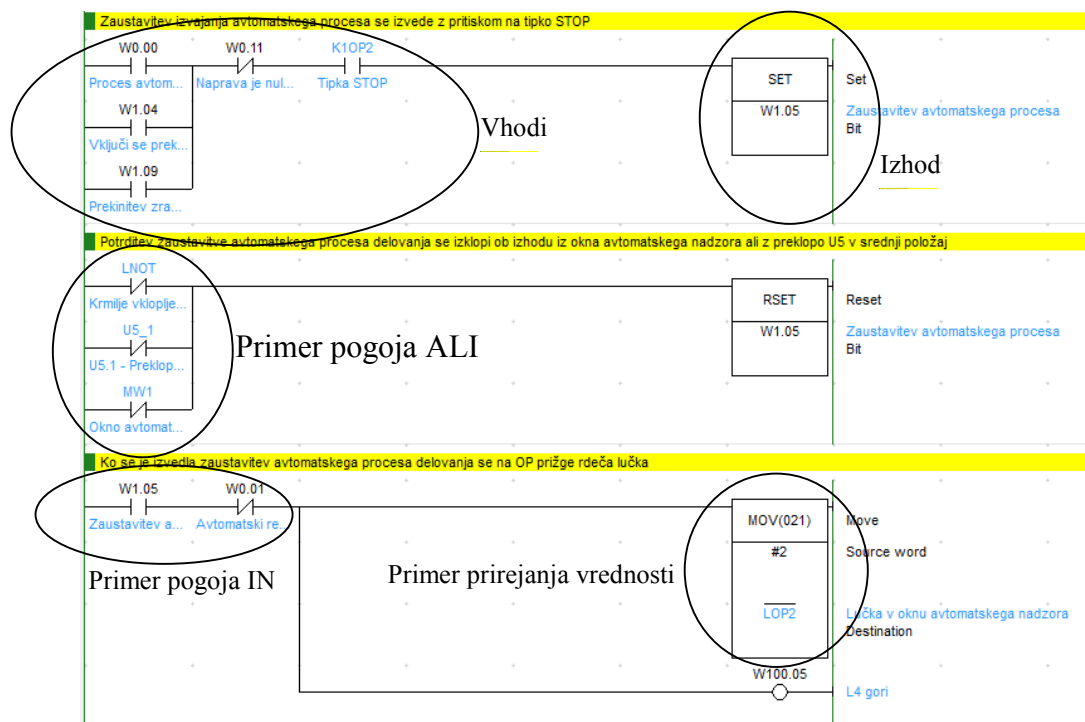
- V prvi fazi zaradi varnosti osebe in naprave testiranja potekajo s simulacijo na računalniku, brez povezave s krmilnikom. Pri tem načinu je potrebno ročno nastavljati vrednosti spremenljivk in vhodov, hkrati pa spremljamo izvedeno stanje. Med rednim delovanjem krmilnik dobiva vrednosti na primer iz stikal, tipk...
- V drugi fazi pa se testira s simulacijo, s povezavo računalnika in krmilnika. Na tak način spremljamo izvajanje programa na krmilniku medtem, ko krmilnik izvaja program in krmili napravo. Tako spremljamo delovanje naprave in delovanje programa. Programsko okolje prikazuje trenutni položaj v programu in trenutna stanja spremenljivk, vhodov in izhodov. Ročno lahko spreminjamo vrednosti med delovanjem.

Pri odpiranju projekta je potrebno najprej nastaviti za kateri krmilnik se bo izdeloval program. V našem primeru smo morali nastaviti tip krmilnika in tip procesorja kot prikazuje Slika 5.1. S tem CX-Programmer omogoči dostop do funkcionalnosti, ki jih nastavljeni krmilnik podpira. Ker ima Omron v svoji paleti več krmilnikov od zmogljivih do kompaktnih osnovnih, je razvojno okolje univerzalno za vse Omronove krmilnike.



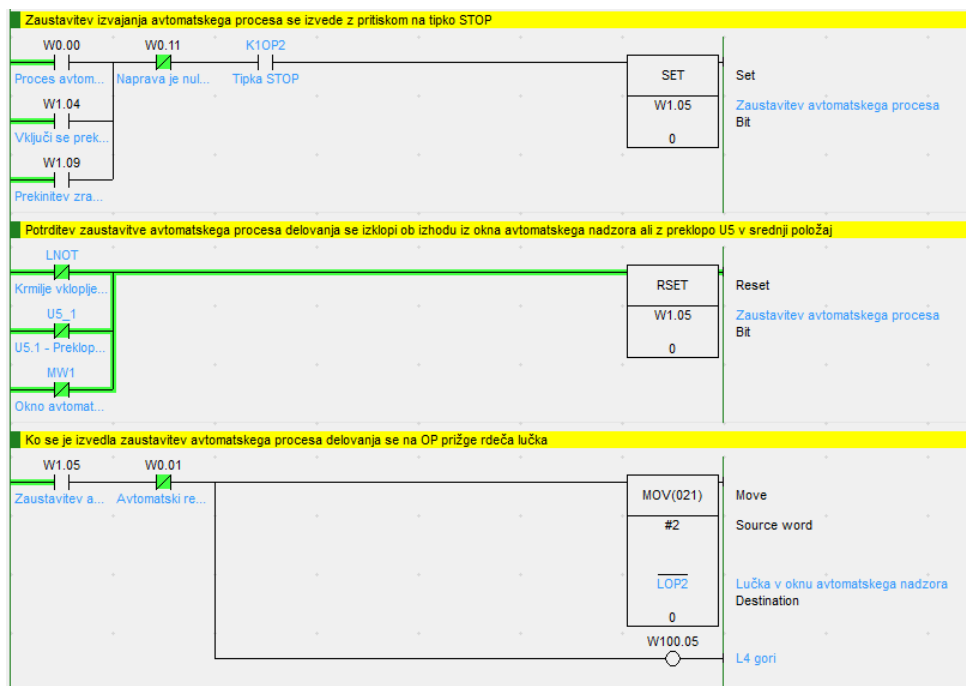
Slika 5.1: Pomembne nastavitve pri odpiranju projekta.

Programiranje v lestvičnem diagramu se sestoji iz vhodov in izhodov, kot prikazuje slika 5.2. Na levi strani se nahajajo uporabljeni vhodi in na desni ustrezni izhodi. Vmes vstavljamo povezave in operatorje. Na strani vhodov (leva stran) ustvarimo želen pogoj s katerim se bo ustrezni izhod (na desni strani) aktiviral. Črtica v simbolih (/) pomeni negacijo. Vhodi so lahko fizični vhodi krmilnika kot tudi spremenljivke in razni funkcionalni objekti. Izhodi pa so prav tako lahko funkcionalni objekti, spremenljivke ali fizični izhodi krmilnika. Če je izhod funkcionalni objekt to pomeni, ko objekt dobi signal izvede svojo funkcionalnost, na primer SET W1.05 pomeni, da dobi spremenljivka W1.05 vrednost 1.



Slika 5.2: Primer programiranja v lestvičnem načinu.

Na sliki 5.3 je prikazan zagnan program v načinu simulacije na računalniku. Prav tako se vidi, ko imamo računalnik priklopljen na krmilnik in krmilnik izvaja sprogramiran proces. Kot je razvidno zelena črta prikazuje po kateri poti je prišel signal do izhoda ali pa kje se je črta prekinila. Kjer se črta prekine pomeni, da tisti vhod nima prave vrednosti in izhod ne bo dobil signala. V tem primeru krmilnik preskoči to vrstico in v naslednjem ciklu, ko spet pride programska vrstica na vrsto preveri, če je sedaj stanje vseh vhodov v pogoju pravilno. Če je stanje pogoja pravilno dobi izhod signal in vrstica se izvede.



Slika 5.3: Testiranje programa s simulacijo.

5.2 Vklon in izklon naprave

Na vklop in izklon naprave s programsko opremo ne moremo vplivati, ker se izvaja po logiki, kot je je postavil projektant električnega dela naprave.

5.2.1 Vklon naprave

Vklon naprave se izvede s postavitvijo glavnega stikala KG1, nameščenega na nadzorni plošči, v pozicijo 1. Pri tem se vzpostavi glavna napajalna napetost naprave 230 VAC in enosmerna napajalna napetost 24 VDC, ki napaja komponente naprave.

Pri vklopu naprave se na nadzorni plošči prižge rdeča lučka L5, nameščena na tipki STOP (U3).

Vklopijo se:

- talilna banjica spajke,
- krmilnik,
- ekran, ki se postavi v prvo okno uporabniškega vmesnika,

- varnostne komponente,
- druge krmilne komponente naprave, kot so krmilnika servo osi, krmilni releji, kontrolna naprava upornosti, sklop za doziranje spajke, krmilni pnevmatski razvodniki...

V tem stanju je naprava pripravljena za vklop krmilnega dela.

Po vklopu naprave in krmilnika se začne izvajati programski del, ki omogoča v tem delu dostop do:

- nastavitve naprave,
- ogled stanja naprave,
- prijavljanje (vpisovanje gesel),
- pregled okna statistike.

5.2.2 Izklop naprave

Izklop naprave se pravilno izvede tako, da se najprej, s tipko STOP (U3) prekine krmilno napetost 24 VDC. Krmilna napetost je tista napetost, ki napaja izhode krmilnika. Prav tako je priključena na vhod 4.03 (LNOT). S tem vhodom preverjamo ali je krmilna napetost vklopljena. Pri prekinitvi krmilne napetosti zagori rdeča lučka na tipki (L5) in tipki STOP (U3). Izklop naprave se izvede s postavitvijo glavnega stikala (KG1) v položaj 0. Pri tem sta prekinjeni glavna napajalna napetost 230 VAC ter napetost 24 VDC, ki napaja krmilne komponente naprave in izklopi se tehnološki zrak na napravi.

Zaradi počasnega hlajenja talilne banjice, ostaja banjica topla še približno 120 min. Kljub izklopu naprave obstajajo možnost opeklin ob stiku s talilno banjico ali spajko.

V primeru nevarnosti se lahko izvede izklop krmilne napetosti s tipko v obliki gobice (tipka za izklop v sili U5). Naprava se bo izklopila tudi v primeru, ko se bo glavno stikalo (KG1) postavilo v položaj 0, ne glede na to, da je na napravi predhodno bila vklopljena krmilna napetost.

5.3 Gesla in prijavljanje

Po izkušnjah proizvajalca, pri tovrstnih napravah prihaja do uporabe delov naprave s strani nepooblaščenega in neustrezno usposobljenega osebja. To lahko povzroči napake v delovanju ali pa celo strojelom naprave. Za omejitev dostopa do določenih delov naprave se uporabljajo pooblastila uporabnikov.

Po izkušnjah proizvajalca so gesla, pri tovrstnih napravah nekoliko zamudna in zaradi tega pri nekaterih uporabnikih nezaželena. Zato je mogoče aktivnost gesla posebej nastaviti.

Uporabnike smo razdelili na šest skupin:

- administrator,
- vodja naprave,
- serviser,
- nastavljavec,
- operater,
- geslo zagona naprave.

Vsaka skupina ima svoje geslo, tabela 5.1 opisuje pooblastila za dostope do funkcionalnosti posameznih delov naprave za vsako skupino uporabnikov.

Opis akcij na napravi	Administrator	Vodja naprave	Serviser	Nastavljavec	Operater	Zagon naprave
Vklop naprave	x	x	x	x	x	x
Nastavitve naprave						
Vrednost časa vklopa naprave	x	x	x	x	x	
Vrednost časa meritve	x	x	x	x	x	
Vrednost faktorja hitrosti doziranja spajke	x	x	x	x	x	
Števila ciklov do doziranje	x	x	x	x	x	
Časa doziranja spajke	x	x	x	x	x	
Število tuljavnikov postavljenih na trn	x	x				
Število stolpcev v paleti	x	x				
Število vrstic v paleti	x	x				
Število tuljavnikov v predalu	x	x				
Maksimalno število tuljavnikov v predalu	x	x				
Število zaporednih slabih tuljavnikov	x					
Geslo administratorja	x					
Geslo Vodje naprave	x					
Geslo serviserja	x					
Geslo nastavljavca	x					
Geslo zagona naprave	x					
Vklop naprave						
Potrditev spajka je stopljena	x	x	x	x	x	
Ročni vklop krmilja naprave	x		x			
Režimi delovanja naprave						
Postavitev naprave v začetni položaj (Nuliranje naprave)	x	x	x	x	x	
Avtomatski način delovanja	x	x	x	x	x	
Servisni način delovanja	x	x	x			
Servisni način delovanja HOD POS	x	x	x			
Servisni način delovanja POSAMIČNO	x	x	x			
Servisni način delovanja CIKLIČNO	x		x			

Tabela 5.1: Shema pooblastil skupin uporabnikov.

5.3.1 Prijava z geslom

Prijava z geslom poteka z vpisovanjem gesla. Po potrditvi gesla se preveri, kateri skupini geslo pripada. Vpisno polje D114 se po določenem času postavi na vrednost 0.

Če vpisano geslo ni enako nobenemu od nastavljenih gesel:

- se v oknu vpisovanja gesel pojavi zapis »GESLO JE NAPAČNO«. Ta zapis izgine po določenem času ali ob pravilno vpisanem geslu ali ob izhodu iz okna vpisovanja gesel,

- vklop krmilnega dela na napravi ni omogočen,
- se v oknu stanja naprave pojavi zapis »POTREBNO JE VPISATI GESLO«. Napis izgine pri ustrezno vpisanem geslu.

Če je vpisano geslo enako enemu od nastavljenih gesel:

- je omogočen vklop krmilnega dela naprave,
- v oknu vpisovanja gesel se v spodnjem delu pojavi zapis, kateri pooblaščen skupini ustreza vpisano geslo, to pomeni tudi ustrezen dostop do funkcionalnosti naprave.

V primeru, ko uporabnik skuša izvajati akcijo, za katero ni pooblaščen, se v zgornjem delu naprave pojavi opozorilni znak za neustreznost gesla, v obliki rdečega trikotnika (Slika 5.4). Znak po kratkem času ugasne.



Slika: 5.4: Opozorilni znak za neustrezne pravice dostopa.

5.3.2 Odjava uporabnika

Glede na različno uporabo naprave v proizvodnji smo se odločili za tri poti odjavljanja:

- Pri uporabi naprave v proizvodnji se pojavijo situacije, ko je potrebno izvesti določene nastavitve, ki se izvajajo direktno z vpisovanjem parametrov z vmesnikom, pregled statistike in postavitve števecov na začetno vrednost (0). Ta dejanja potekajo brez vklopa krmilja naprave. V tem primeru se s pritiskom na tipko ODJAVA uporabnik odjavi in s tem onemogoči zagon krmilja naprave, kakor tudi dostopanje do vseh delov naprave.
- Zaradi potreb, ki se pojavijo v proizvodnji, ne bo vedno delal na napravi delavec, ki bo usposobljen za operaterja. Dovoljena je uporaba naprave tudi osebam, ki niso ustrezno usposobljene ampak bodo izvajale samo ročna dela na napravi. V tem primeru bi postavljali tuljavnike na trn Z1 ter prožili avtomatski cikel naprave. Ustrezno usposobljena oseba v tem primeru pripravi napravo do avtomatskega cikla ter naredi nekaj ciklov, da preveri ustreznost delovanja naprave in ustreznost tuljavnika. Po opravljeni pripravi naprave se odjavi in s tem onemogoči dostopanje do določenih delov naprave. V takem načinu odjave naprava deluje s prijavo, ki ji omogoča zagon

naprave. To odjavljanje lahko izvajajo vsa gesla skupin, razen gesla serviserja in zagona naprave.

- Serviser je posebna oseba pri uporabi naprave, ki ne posega direktno v njeno uporabo v proizvodnji. V večini primerov se nahaja na drugih lokacijah in dela svoja dela, kot so remont, zamenjave določenih delov, pregledi, vzdrževanja, v času ko je naprava označena z oznako »v okvari«. Geslo mu omogoča dostopanje do vseh funkcionalnosti naprave. To pomeni da lahko upravlja z aktuatorji in drugimi deli, ki mu omogočajo preverjanje ustreznosti delovanja naprave. Z odjavljanjem serviserja se naprava izklopi ter s tem onemogoči dostop do vseh funkcionalnosti kakor tudi do vklopa naprave.

Z izklopom naprave se odjavijo vsa prijavljena gesla. Tako je s ponovnim vklopom naprave potrebna ponovna prijava.

5.4 Nastavitve

V delu programske opreme se vnašajo ter shranjujejo parametri in gesla, ki vplivajo na lastnosti delovanja naprave.

Za lažje in hitrejše dostopanje do nastavitve parametrov je ta del programske opreme razdeljen v dve tematski področji:

- prvo področje zajema vpisovanje parametrov, ki vplivajo na delovanje naprave,
- drugo področje zajema vklop in izklop funkcionalnosti naprave.

5.4.1 Vpisovanje parametrov

Vpisovanje parametrov poteka na tak način, da uporabnik najprej izbere ustrezno vnosno mesto parametra. S tipkovnico, ki se pojavi ob pritisku na parameter, vpiše vrednost in jo potrdi. Parameter se zapiše v vpisno polje in se prikaže v modri barvi na prikazovalniku. Prikaz omogoča uporabniku naprave pregled vrednosti parametra, preden ga s potrditveno tipko potrdi in zapiše v delovno polje.

V življenjski dobi delovanja naprave, v proizvodnji, lahko prihaja do različnih potreb po spreminjanju parametrov, pri tem pa se lahko zaradi napak pojavi potreba po ponovni nastavitvi tovarniških vrednosti parametrov. S tipko, ki je nameščena v tabeli poleg prikazov parametrov, se vrne tovarniška nastavitve posameznega parametra ali pa se s tipko, ki je

postavljena v zadnji del tabel, vrnejo vse tovarniške nastavitve parametrov za del nastavitev, ki je trenutno prikazan.

Pri geslih in pri parametrih, ki opisujejo lastnosti palete (število tuljavnikov na trnu, število vrstic v paleti in število stolpcev palete), izbira vračanja osnovnih parametrov ni dovoljena, ker v tem primeru lahko prihaja do zlorabe. Pri parametrih, ki opisujejo lastnosti palete, bi lahko osnovne nastavitve proizvajalčevih parametrov pripeljale do nezaželene napake in s tem do strojeloma naprave.

Pri nastavitvi gesel je upoštevano, da lahko uporabnik na svojo željo in odgovornost nastavi aktivnost posameznega gesla. Aktivnost gesla pomeni, da bo geslo določene skupine uporabnikov dopuščalo ali preprečevalo uporabo funkcionalnosti naprave, s strani nepooblaščenih ali neustrezno usposobljenih oseb. V nasprotnem primeru lahko privede do poškodb na osebju in napravi.

5.4.2 Izklapljanje delov funkcionalnosti naprave

Ker se na tovrstnih napravah pojavljajo zahteve tudi po uporabi samo določenega dela funkcionalnosti naprave, smo se odločili, da se naprava lahko uporablja:

- samo v delu nanašanja spajke,
- za cikle brez kontrole upornosti.

Pri doziranju spajke smo se odločil, da uporabnik lahko nastavi:

- doziranje spajke, kjer lahko izbira med doziranjem spajke brez kontrole ter doziranjem spajke s kontrolo,
- izklop doziranja spajke.

Izklapljanje ter vklapljanje posameznega dela funkcionalnosti naprave se izvaja v oknih nastavitev; z ustreznimi tipkami za vklop in izklop posameznega dela funkcionalnosti. V tabeli se slikovno s križcem oziroma kljukico označuje status vklopa/izklopa funkcionalnosti naprave.

Ob izklopljenem delu v delovanju naprave, se v zgornjem delu uporabniškega vmesnika pojavi modra opozorilna ikona (Slika 5.5) ter v stanju naprave je izpisano, kateri del funkcionalnosti naprave je izklopljen oziroma način doziranja spajke. Modri opozorilni znak

se izklopi, ko je na napravi vklopljen celoten cikel v procesu nanašanja spajke ter doziranje spajke s kontrolo višine gladine spajke v talilni banjici.

Narejeno je, da se ob vklopu naprave avtomatsko izbere možnost doziranja spajke s kontrolo.

Tabela 5.2 prikazuje izpise in statuse če vklopimo ali izklopimo določen del funkcionalnosti naprave.

Št.	Opis	Status	Izpis v oknu stanja naprave
1	Vklopljena izbira samo nanosa spajke	✓	Naprava deluje v delu nanašanja spajke
2	Izklopljena je kontrola upornosti	✗	Na napravi se ne izvaja kontrola upornosti
3	Spajka se dozira	✓	Izpis se pojavi v odvisnosti od izbire načina doziranja
4	Spajka se ne dozira	✗	Na napravi se spajka ne dozira
5	Spajka se dozira s kontrolo	✓	Spajka se dozira s kontrolo
6	Spajka se dozira brez kontrole	✓	Spajka se dozira brez kontrole

Tabela 5.2: Izpisi in statusi pri vklopu/izklopu dela funkcionalnosti naprave.



Slika 5.5: Opozorilni znak izklopljenega dela funkcionalnosti naprave.

5.5 Vklop krmilja

Konstrukcija elektro dela je izdelana tako, da se z vklopom krmilja vklopi krmilna napetost 24 VDC. Posledično se na napravi vklopi napajanje s tehnološkim zrakom in obe servo osi.

Glede na pnevmatsko konstrukcijo naprave se z vklopom tehnološkega zraka pri tlaku 4,5-6 bar pnevmatski aktuatorji postavijo v položaj kot so trenutno prekrmljeni s položaji krmilnih ventilov. Namreč po izgubi tlaka tehnološkega zraka v pnevmatskih cilindrih, se zaradi lastne teže batnice in orodja na njej, premakne v drugi položaj kot nakazuje krmilni ventil. Ko dobi tak cilinder delovni tlak takoj skoči v stanje kot mu ga narekuje krmilni ventil. V tabeli 5.3 je opisan položaj, v katerega bi se morala naprava postaviti, ob vklopu energentov (elektrike in tehnološkega zraka) naprave.

Del naprave, ki je namenjen nanosu spajke					
Št.	Aktuator	Naziv	Akcija	Pričakovan položaj	Stikalo aktivirano
1	Z1	Trn – vertikalno	Trn vertikalno se dvigne	Trn v zgornjem položaju	S1
2	Z2	Glava žic – vertikalno	Glava žic vertikalno se dvigne	Glava žic v zgornjem položaju	S2
3	Z3	Vpenjalo glave žic	Vpenjalo žic se zapre	Vpenjalo žic zaprto	/Y4
4	Z5	Glava žic - horizontalno	Glava žic-horizontalno se skrči	Glava žic – horizontalno v skrčenem položaju	S8
5	Z6	Ti palica	Ti palica se dvigne	Ti palica v zgornjem položaju	S10
6	Z14	Trn– horizontalno	Trn horizontalno miruje	Tuljavi ne smeta biti aktivni	Y15∩Y16
7	Z15	Loputa vertikalno	Loputa vertikalno se dvigne	Loputa vertikalno v zgornjem položaju	S24
8	Z16	Loputa horizontalno	Loputa horizontalno se lahko iztegne ali skrči	Loputa v iztegnjenem ali skrčenem položaju	S25∪S26
Del manipulatorja					
Št.	Aktuator	Naziv	Akcija	Pričakovan položaj	Stikalo aktivirano
9	Z4	Z os manipulatorja	Z os manipulatorja se dvigne	Z os manipulatorja v zgornjem položaju	S6
10	Z7	Glava manipulatorja	Glava manipulatorja se zavrti v horizontalno ali vertikalno	Glava manipulatorja v horizontalnem ali vertikalnem položaju	S12∪S13
11	Z8	Vpenjalo kontrole	Vpenjalo kontrole se odpre	Vpenjalo kontrole odprto	S14
12	Z9	Vpenjalo 1	Vpenjalo 1 se odpre	Vpenjalo 1 odprto	S15
13	Z10	Vpenjalo 2	Vpenjalo 2 se odpre	Vpenjalo 2 odprto	S16
14	M2	Servo os manipulatorja	Os prižgana in miruje	M2SVRE∩/M2BUSY	
Paleta					
Št.	Aktuator	Naziv	Akcija	Pričakovan položaj	Stikalo aktivirano
15	M3	Servo os manipulatorja	Os prižgana in miruje	M3SVRE∩/M3BUSY	
16	Z11,Z12	Potiskavca palete	Potiskavca palete se iztegneta	Potiskavca palete v iztegnjenem položaju	/S17,S18
17	Z13	Vpenjalo palete	Vpenjalo palete se iztegne	Vpenjalo palete v iztegnjenem položaju	/S19
Doziranje spajke					
Št.	Aktuator	Naziv	Akcija	Pričakovan položaj	Stikalo aktivirano
18	M1	Dozirni del spajke	Dozirni del spajke miruje		/M1
Merilni sistem upornosti					
Št.	Aktuator	Naziv	Akcija	Pričakovan položaj	Stikalo aktivirano
19	DT3	Meritev	Meritev se ne izvaja		/DT3

Tabela 5.3: Stanje aktuatorjev in stikal ob vklopu energentov naprave.

Pri delovanju naprave prihaja do križanja posameznih aktuatorjev. Predvsem se to zgodi v delu postavljanja žičk tuljavnika, pod titanovo palico, in pri odvzemu tuljavnikov iz trna. Zato lahko pri vklopu naprave pride do kolizije med posameznimi aktuatorji. Ker se titanova palica in loputa čiščenja gladine staljene spajke potapljata v spajko, lahko pride do situacije, ko

bosta loputa ali titanova palica potopljeni v spajko, medtem ko se bo spajka strdila. V tem primeru lahko pride pri zagonu naprave do strojeloma.

Glede na uporabo in prijaznosti do uporabnika, je predvidenih več poti, po katerih se lahko vklopi krmilja naprave.

- vklop krmilja naprave s kontrolo pričakovanega položaja ter kontrolo stopljenosti spajke,
- vklop krmilja naprave s kontrolo pričakovanega položaja ter ročno potrditvijo stopljenosti spajke,
- vklop naprave brez kontrole pričakovanega položaja ter kontrole stopljenosti spajke.

Topljenje spajke:

Stopljena spajka v talilni banjici je eden od pogojev, ki omogočajo pravilen vklop krmilja naprave. Težava, ki se pojavi pri kontroli stopljene spajke, je s stališča programiranja ta, da sistem taljenja in nadzora ne vrača dejanske vrednosti ali je spajka v talilni banjici stopljena. Sistem sicer vrne vrednost, da je dosežena nastavljena temperatura, ampak smo s testiranjem ugotovili, da se spajka pri večjih količinah v talilni banjici ni popolnoma stopila, ko je sistem že vrnil signal, da je temperatura dosežena. Odločili smo se, da se topljenje spajke kontrolira s parametrom imenovanim »Čas vklopa naprave« D50. Ta parameter je mogoče, z nastavitvenimi parametri v življenjski dobi naprave tudi spreminjati. Vklop naprave je izveden tako, da je zamaknjen za nastavljen čas taljenja spajke.

V življenjski dobi naprave se lahko pojavi nenaden izklop ali izpad električnega napajanja, kar privede v elektrokonstrukciji do izklopa krmilnika naprave. Pri ponovnem vklopu naprave, naprava v programski shemi zazna, da spajka v talilni banjici ni staljena kljub temu, da je spajka v tekočem stanju. V tem primeru je omogočeno, da uporabnik s tipko »Spajka je stopljena«, nameščene v ročnem načinu delovanja, potrdi, da je spajka v talilni banjici staljena.

S potrditvijo, da je spajka v talilni banjici staljena, se na vmesniku pojavi rumena opozorilna ikona ter pri tipki »Spajka je stopljena« se prižge rumena lučka.

Potrditev, da je spajka staljena se izklopi:

- s pritiskom na tipko »Spajka je stopljena«,

- s postavitvijo naprave v položaj vklopa naprave,
- z odjavo,
- z izklopom naprave.

Dokler poteka taljenje spajke se v oknu stanja naprave izpisuje izpis »Spajka ni stopljena«. Ko pa se spajka stopi, se v oknu stanja naprave izpiše »Krmilje ni prižgano«.

Vklop krmilja naprave s kontrolo:

Vklop krmilja naprave s kontrolo, je namenjen rednemu načinu vklopa, kjer se preverja postavitve posameznih aktuatorjev naprave, v pričakovani položaj. Kontrola se izvede s kontrolo časa, v tem času se pričakuje, da se bo naprava postavila v ta položaj. V nasprotnem primeru, se krmilje naprave izklopi, na vmesniku se pojavijo izpisi napak, ki so povzročile nepravilnosti, pri vklopu naprave.

Vklop naprave s kontrolo je pogojevan z ustreznim geslom ter potrjenim dejstvom, da je spajka v talilni banjici stopljena.

Ročni vklop krmilja:

Ročni vklop krmilja je namenjen predvsem servisu, pri tem se lahko pojavlja težava z vklopom naprave zaradi nepravilne postavitve aktuatorjev v pričakovani položaj. Ročni vklop naprave se potrdi s tipko »Vklop naprave«. Tipka se nahaja v ročnem načinu delovanja. Pri tem se vklopi rumena opozorilna ikona ter rumena lučka pri tipki »Vklop naprave«. V oknu stanja naprave se izpiše »Krmilje ni vklopljeno«. Ta potrditev omogoča vklop naprave brez kontrole, kar lahko privede do poškodbe naprave. Ročni vklop krmilja je pogojevan z ustrezno vpisanim geslom.

Potrditev ročnega vklopa krmilja se izklopi:

- z izklopom naprave,
- ko se naprava postavi v začetni položaj (nulira),
- s ponovnim pritiskom na tipko »Vklop naprave«.

5.6 Reset naprave

Postopek reset-a naprave postavi programsko opremo naprave v osnovni položaj. Kar pomeni, da se vse spremenljivke, ki vplivajo na premikanje in potovanje aktuatorjev postavijo na vrednost 0.

Kot posledica reset-a se, zaradi pnevmatskega krmilja naprave določeni aktuatorji postavijo v njihov osnovni položaj, kar pa lahko privede do kolizij med aktuatorji naprave.

Postopek reset-a naprave se izvaja:

- pri vklopu naprave s spremenljivko A200.11 (spremenljivka, ki dobi vrednost 1 samo, ko se vklopi krmilnik potem pa se spet postavi na 0),
- s tipko RESET (K1OP4), ki je nameščena v oknu nuliranja in v oknu ročnega nadzora delovanja naprave.

Nekatere spremenljivke so take, da si zapomnijo vrednost kljub izklopu naprave. Tako jih postopek reset-a postavi pri vklopu naprave na vrednost 0.

Pri uporabi delov naprave se aktuatorji postavljajo v določene položaje, predvsem v servisnem načinu, kakor jih za določeno delo potrebuje serviser. V drugem primeru pa se lahko izvede zaustavitev naprave in se kasneje pojavi potreba po ponovnem nuliranju naprave. V ta namen je tipka »RESET«, z njo lahko operater postavi napravo v začetni položaj. Naprava je tako ustrezno pripravljena za postopek nuliranja. Ker se pri postopku postavitve naprave v začetni položaj izvajajo premiki aktuatorjev, ki niso kontrolirani, je postopek reset-a potreben. Tako se lahko v največji meri izloči nekontrolirane hode aktuatorjev, med postopkom postavitve v začetni položaj.

5.7 Režimi delovanja naprave

Režimi delovanja naprave omogočajo uporabo delov funkcionalnosti naprave ali napravo v celoti. Dostop do posameznih režimov delovanja naprave je varovan z geslom.

Za lažje delo z napravo smo njeno delovanje razdelili v več različnih režimov:

- postavitve naprave v začetni položaj (nuliranje),
- avtomatski,

- servisni,
- ročni.

Pogoj za uspešno opravljen zagon naprave je pravilni vrstni red izbire režima delovanja. V oknu stanja naprave se izpiše »Naprava v nevtralnem položaju«. Za redno delo se najprej izbere postavitve naprave v začetni položaj (nuliranje); izvede se funkcionalnost nuliranja. Po uspešni postavitvi naprave v začetni položaj se izbere avtomatski režim. Tako je naprava pripravljena za nanašanje spajke na proste konce žičk tuljavnikov oziroma za redno delo.

5.7.1 Režim postavitve naprave v začetni položaj

V procesu nuliranja naprave se naprava postavi v začetni položaj, kar pomeni začetek za vse postopke, ki se izvajajo na napravi kontrolirano. V začetnem stanju ni nobenega aktuatorja postavljenega v nepredvidenem položaju in aktuatorji so tako postavljeni, da njihovem premikanju skozi delavni proces ne more priti do kolizij.

V nadaljevanju je ta režim opisan z uporabniškega vidika in z vidika programske opreme.

5.7.1.1 Uporabniški vidik

Pogoj za vzpostavitev postavitve naprave v začetni položaj (nuliranja) prikazuje tabela 5.4.

Št.	Opis	Vhodi na krmilniku
1	Uspešno izveden vklop naprave	W0.12
2	Preklopna tipka U5 postavljena v srednji položaj	/2.08 \cap / 2.09
3	Vmesnik postavljen v okno nuliranja MW2	H30.01
4	Naprava mora biti resetirana	W0.02

Tabela 5.4: Pogoji za vzpostavitev režima nuliranja naprave.

Ko je naprava postavljena v režim postavitve naprave v začetni položaj naprave s tem dobi spremenljivka W0.03 vrednost 1 in se na napravi pojavljajo naslednji svetlobni signali:

- na nadzorni plošči gori rumena lučka L5,
- na vmesniku, pri tipki »Nuliranje« utripa rumena lučka,
- v oknu stanja naprave se pojavi napis »Naprava v načinu delovanja nuliranje«.

Proces postavitve naprave v začetni položaj (nuliranje) se vzpostavi s pritiskom na tipko »Nuliranje naprave« s tem dobi W0.04 vrednost 1.

Proces nuliranja naprave spremljajo naslednji svetlobni signali na uporabniškem vmesniku:

- na kontrolni plošči utripa lučka L5,
- na vmesniku gori rumena lučka, pri tipki »Nuliranje naprave«.

Proces nuliranja naprave se zaustavi s pritiskom na tipko »Nuliranje naprave«. Začasno zaustavitev procesa nuliranja spremljajo sledeči svetlobni signali:

- na kontrolni plošči utripa lučka L5, kar pomeni, da je naprava v procesu nuliranja,
- na uporabniškem vmesniku utripa rumena lučka, pri tipki »Nuliranje naprave«.

Po zaključenem procesu postavitve naprave v začetni položaj (nuliranje) (W0.11 dobi vrednost 1), se rumena lučka, pri tipki »Nuliranje naprave«, ter lučka L5, na kontrolni plošči ugasneta. V oknu stanja naprave se izpiše »Naprava je nulirana«

Proces nuliranja se prekine s pritiskom na tipko RESET ali z izhodom iz režima nuliranja.

Režim nuliranja se prekine:

- s prestavitvijo preklopne tipke U5, v položaj avtomatskega ali servisnega delovanja,
- z uspešno zaključenim procesom postavitve naprave v začetni položaj (nuliranje) (W0.11),
- z zaustavitvijo naprave,
- z izhodom iz okna nuliranja v primeru, da ne poteka proces postavitve naprave v začetni položaj (nuliranje).

5.7.1.2 Vidik programske opreme

Postopek postavitve v začetni položaj se izvaja v posameznih korakih, ki si morajo natančno slediti, sicer zaradi križanja delov naprave lahko pride do kolizije in s tem do poškodb delov naprave. Pri postopku postavitve naprave v začetni položaj se preveri delovanje servo osi ali lahko servo os potuje od skrajne lege do skrajne lege. Pnevmatске cilindre pa se napolni z zrakom tako, da izvedemo hoda v iztegnjen položaj in nazaj v skrčenega. Ko je cilinder napolnjen z zrakom lahko izkoriščamo dušenje izhodnega zraka, s tem imamo kontrolirano hitrost iztegovanja ali krčenja pnevmatskega cilindra.

Cel postopek postavitve naprave v začetni položaj poteka v devetih korakih, ki so opisani v nadaljevanju.

1. korak: Postavitev servo osi manipulatorja M2 v izhodiščni položaj

Postavitev servo osi manipulatorja M2 v izhodiščni položaj (priloga A.1). Med potovanjem osi manipulatorja M2 v njeno izhodiščno lego lahko pride do naleta zaradi premika trna v horizontalni legi Z14 ali pa s servo osjo palete M3 v primeru spuščanja Z osi manipulatorja Z4. Zato mora biti Z os manipulatorja v zgornjem položaju.

2. korak: premik lopute čiščenja oksida horizontalno

Pri izklopljeni napravi se tlak tehnološkega zraka v pnevmatskem valju zmanjša na tlak okolice. Tako pri premiku batnice pnevmatskega valja, ki je izprazen, ne moremo izkoriščati dušenja izhodnega zraka. Zaradi tega se batnica premakne z maksimalno nekontrolirano hitrostjo do končnega položaja. To pa ima pri čiščenju gladine spajke za posledico pljuskanje spajke. Zato pri procesu postavitve v začetni položaj pnevmatski cilinder napolnimo z zrakom, kot prikazuje priloga A.2.

- Loputa za čiščenje oksida spajke se iztegne v primeru, da je vklopljeno stikalo S25. Korak poteka neodvisno od 1. koraka.
- Loputa čiščenja spajke se skrči v primeru, da je vklopljeno stikalo S26.

3. korak: spuščanje titanove palice

Pri spuščanju titanove palice Z6 lahko pride do trčenja med titanovo palico Z6 in loputo čiščenja spajke horizontalno Z16, pri morebitnem krčenju lopute Z16. Lahko tudi pride do trka med glavo žic Z2 in titanovo palico Z6, pri morebitnem premikanju trna horizontalno Z14. Priloga A.3 prikazuje izsek programa za izvedbo tretjega koraka.

4. korak: trn horizontalno se skrči

Trn horizontalno Z14 se premakne do končne skrčene pozicije S20. Pri tej akciji je mogoč trk pri morebitnem dvigovanju titanove palice Z6 in glavo žic Z2. Podobna situacija nastane pri morebitnem spuščanju glave žic Z2, med premikanjem trna Z14. Priloga A.4 prikazuje izsek programa za izvedbo četrtega koraka.

5. korak: dvig titanove palice

Vertikalno se dvigne titanova palica Z6 in s tem se umakne glavi žic in trnu tuljavnikov. S tem korakom se tudi pnevmatski cilinder titanove palice Z6 napolni z zrakom. Priloga A.5 prikazuje izsek programa za peti korak.

6. korak: servo os palete M3 se postavi v izhodiščni položaj

Servo os palete se postavi v njen izhodiščni položaj (relativni položaj palete). Delovanje postavitve servo osi palete v izhodiščni položaj poteka tako, da ko se os nasloni na oviro zaznava to kot izhodišče. V življenjski dobi uporabe naprave se lahko zgodi, da pride nepredviden del na servo os, kar bi pri postavitvi servo osi v izhodiščni položaj pomenilo, da bi servo os zaznavala drugo pozicijo izhodišča. To bi v delovnem ciklu pomenilo, da bi os lahko naletela na drugi aktuator in s tem povzročila lom naprave. Zaradi tega smo se odločili, da izvedemo kontrolo hoda osi. To se izvede tako, da se os pošlje v skrajno iztegnjeno lego, v absolutnem načinu delovanja. V relativnem načinu pa jo za maksimalni hod vrne nazaj v izhodiščni položaj. Sklepamo, da če se pri tej akciji na servo osi pojavi napaka, se servo os ne postavi pravilno v izhodiščni položaj in je potrebno posredovanje operaterja. Ta akcija lahko pripelje, pri morebitnem spuščanju Z osi manipulatorja Z4 osi, do kolizije s servo osjo palete M3. Priloga A.6 prikazuje izsek programa za šesti korak.

7. korak: glava manipulatorja se zavrti v horizontalni položaj

Glava manipulatorja Z7 se zavrti v horizontalni položaj. Pri tem koraku se servo osi M2 in M3 ne smeta premikati. Priloga A.7 prikazuje izsek programa za sedmi korak.

8. korak: premik servo osi manipulatorja M2 in servo osi palete M3 v skrajno točko osi

Premik servo osi manipulatorja M2 in servo osi palete M3 v skrajno točko osi.

- Servo os manipulatorja M2 se premakne v absolutnem načinu v POZ1,
- servo os palete M3 se premakne v absolutnem načinu v POZ1.

Pri akciji preverjanja pozicije servo osi lahko pride do trka pri morebitnem premiku trna horizontalno Z14, osi manipulatorja M2 ter servo osi palete M3 in morebitnem spuščanju Z osi manipulatorja Z4. Zaradi skrajšanja časa nuliranja so kontrole servo osi, palete M3 in servo osi manipulatorja M2, postavljene pod različne pogoje, tako se lahko istočasno premikata v POZ1. Priloga A.8 prikazuje izsek programa za osmi korak prehod servo osi manipulatorja M2 v POZ1. Priloga A.9 prikazuje izsek programa za osmi korak prehod servo osi manipulatorja M3 v POZ1.

9. korak: premik servo osi manipulatorja M2 in servo osi palete M3 v začetno točko osi

Premik servo osi manipulatorja M2 in servo osi palete M3 v začetno točko osi.

- Servo os manipulatorja M2 v relativnem načinu potuje na POZ2,
- servo os palete M3 v relativnem načinu potuje na POZ2.

Tudi v tem koraku se osi premikata istočasno do svoje POZ2. Priloga A.10 prikazuje izsek programa za izvedbo devetega koraka prehod servo osi manipulatorja M2 v POZ2. Priloga A.11 prikazuje izsek programa za izvedbo devetega koraka prehod servo osi palete M3 v POZ2. Če obe osi prispeta v POZ2 pomeni, da sta brezhibni in da sta postavljeni v izhodiščni položaj.

Po zaključku vseh devetih korakov nuliranja se potrdi ustreznost, da je naprava postavljena v začetni položaj in postavi se W0.11=#1. Po zaključku postavitve v začetni položaj se koraki postavijo na vrednost 0. Potrditev, da je naprava nulirana, se izklopi W0.11=#0, ko se eden od aktuatorjev premakne iz pozicije.

5.7.2 Avtomatski režim delovanja

Avtomatski režim delovanja je namenjen uporabi naprave v rednem proizvodnem procesu. To je proces ko operater nalaga tuljavnike na trn, vpne žičke tuljavnika in sproži cikel spajkanja, merjenja upornosti in pakiranja tuljavnikov.

5.7.2.1 Uporabniški vidik

V tabeli 5.5 so opisani pogoji, ki so potrebni za vzpostavitev avtomatskega režima.

Št.	Opis	Vhodi na krmilniku
1	Naprava mora biti postavljena v začetni položaj (nulirana)	W0.11
2	Preklopna tipka U5 postavljena v položaj avtomatsko	2.08
3	Vmesnik postavljen v okno avtomatskega nadzora MW1	H30.00

Tabela 5.5: Pogoji za vzpostavitev avtomatskega režima delovanja.

Ko naprava ni postavljena v začetni položaj in je tipka U5 postavljena v pozicijo avtomatskega delovanja (2.08) in je vmesnik postavljen v okno avtomatskega nadzora MW1, se v oknu stanja naprave izpiše »Naprava ni nulirana« in v oknu kontrole avtomatskega delovanja gori siva lučka.

Ob postavitvi naprave v avtomatski režim delovanja W0.01 utripa zelena lučka in v oknu stanja naprave se pojavi izpis »Naprava v avtomatskem načinu delovanja«. Proces avtomatskega delovanja (W0.00) se sproži s tipko START. Ko je na napravi vzpostavljen avtomatski proces delovanja, gori v oknu MW1 zelena lučka.

Zaustavitev procesa avtomatskega delovanja se izvede s tipko »STOP« ali preklopom preklopne tipke v srednji položaj. Pri tem se prižge rdeča lučka pri tipki »STOP« in rdeča lučka L4 na nadzorni plošči. Obe lučki ugasneta z izhodom iz okna nadzora avtomatskega delovanja.

Prekinitev izvajanja procesa avtomatskega delovanja se izvede s pritiskom na tipko »Prekinitev«. Pri tem zasveti rumena lučka, v oknu nadzora avtomatskega delovanja, ter rumena lučka L5, na nadzorni plošči. Ponovno vzpostavitev procesa avtomatskega cikla se izvede s pritiskom na tipko »START«. Pri tej prekinitvi procesa avtomatskega delovanja se korak, ki je v procesu izvajanja, izvede do konca šele, nato se izvede prekinitev.

Prekinitev avtomatskega delovanja se izvede:

- ko je v predalu slabih tuljavnikov prevelika količina tuljavnikov,
- pri preseženi nastavljeni količini zaporedno vrženih slabih tuljavnikov v predal,
- ko zmanjka spajke v kolutu,
- ko je polna paleta tuljavnikov.

Pri tej prekinitvi utripa luč L5, na nadzorni plošči, in v oknu nadzora avtomatskega delovanja utripa zelena luč. Po odstranitvi vzroka zaustavitve, se proces avtomatskega delovanja vzpostavi s pritiskom na tipko »START«.

V oknu stanja naprave se izpišejo naslednji izpisi:

- delovanje naprave se je prekinilo zaradi polnega predala,
- delovanje naprave se je prekinilo zaradi preveč zaporedno slabih tuljavnikov,
- delovanje naprave se je prekinilo zaradi doziranja spajke,
- delovanje naprave se je prekinilo zaradi polne palete,
- delovanje naprave se je prekinilo zaradi napake.

Avtomatski režim delovanja se izklopi:

- s postavitvijo preklopne tipke v srednji položaj,
- z izklopom krmilne napetosti,

- s tipko »STOP« v primeru, da je naprava že krenila v avtomatski način delovanja,
- z izhodom iz okna avtomatskega načina delovanja, v primeru, ko je naprava nulirana.

5.7.2.2 Vidik programske opreme

Avtomatski režim je razdeljen je v več korakov, ki so skozi celoten proces avtomatskega delovanja nadzorovani. Pri zagonu avtomatskega delovanja naprave se naprava iz začetne lege postavi v pozicijo ročnega nalaganja tuljavnikov na trn. Operater napolni trn s tuljavnikoma, vpne žički v vpenjalo žičk in pritisne na pedal za zagon cikla. Nato se trn in glava žičk postavita nad talilno banjico. V tem delu se še preveri, če je gladina spajke ustrezne višine; če ni se vklopi doziranje spajke. Nato loputa za čiščenje gladine spajke počisti gladino in titanova palica potopi žičke v talino spajke. Trn tuljavnikov se dvigne in s tem potegne žičke skozi talino. titanova palica se dvigne v prvotni položaj tako se sedaj lahko glava in trn premakneta v položaj, da lahko glava žičk ujame žičke in jih napne. V tem trenutku je spajka nanešena na žičke in tuljavnik je pripravljen na odvzem za nadaljnjo kontrolo upornosti in pakiranje. Nato glava manipulatorja odvzame tuljavnika iz trna. Med tem, ko glava manipulatorja nosi tuljavnika nad mesto pakiranja, izmeri upornost tuljavnikov in razdeli ali je tuljavnik slab ali dober. Dobre postavi na ustrezen trn na paleti, slabe tuljavnike pa odvrže v predal slabih tuljavnikov. Med tem se pa Trn in glava žic premakneta na mesto ročnega nalaganja tuljavnikov.

V spodnjih korakih je bolj podrobno opisano delovanje avtomatskega delovanja.

1. korak: titanova palica vertikalno se spusti

- Titanova palica Z6 se spusti,
- sprosti se krmilna tuljava Y16.

Titanova palica se s tem umakne trnu tuljavnikov, ki bo v naslednjem koraku potoval mimo.

2. korak: trn horizontalno se iztegne

Trn horizontalno Z14 se iztegne na mesto ročnega nalaganja tuljavnikov.

3. korak: vpenjalo žičk se odpre in titanova palica se vertikalno dvigne

Priprava za nalaganje tuljavnikov na trn in postavitev žičk v vpenjalo.

- Vpenjalo žičk Z3 se odpre,

- dvig titanove palice Z6.

S tem ko se vpenjalo žic odpre lahko operater postavi tuljavnika na trn in žičke tuljavnika v vpenjalo žičk. Titanova palica pa se umakne koraku, ko se bo pripeljalo tuljavnik nad gladino spajke.

4. korak: loputa čiščenja spajke horizontalno se skrči

Loputa za čiščenje gladine spajke horizontalno Z16 se skrči. Tako se loputa za čiščenje gladine spajke pripravi za potop v spajko in nato na čiščenje gladine spajke.

5. korak: ročno nameščanje tuljavnikov na trn in vpenjalo žic se zapre

Operater namesti tuljavnike na trn ter ustrezno postavi žičke tuljavnika v vpenjalo žic. S pritiskom na pedal se vpenjalo žic zapre ter sprost se potovanje trna proti talilni banjici.

6. korak: trn horizontalno se premakne do vmesne pozicije

Zaradi stisljivosti tehnološkega zraka ni mogoče pnevmatskega cilindra, pri danem krmilju, zaustaviti v trenutku. Trn horizontalno se premakne do vmesne pozicije S22. Ko cilinder prispe do stikala vmesne pozicije S22 se, ob preklopu pnevmatskega ventila v srednji zaprt položaj, valj ne ustavi v trenutku ampak naredi še nekoliko poti. Zato je narejeno tako, da se srednji položaj valja potrdi s spremenljivko W4.01. Ko trn horizontalno Z14 doseže srednji položaj W4.01, se krčenje trna izklopi (priloga A.12)

7. korak: loputa čiščenja spajke vertikalno se spusti

Loputa vertikalno Z15 se spusti. Loputa se potopi v spajko in se pripravi za čiščenje oksida na gladini spajke. Istočasno se pa umakne trnu tuljavnikov in vpenjalu žičk pri premiku nad talilno banjico.

8. korak: trn vertikalno in glava žic vertikalno se spustita

- trn vertikalno Z1 se spusti,
- glava žic vertikalno Z2 se spusti.

S tem se postavita v položaj za korak horizontalnega premika nad talilno banjico.

9. korak: trn horizontalno se skrči s tem postavi tuljavnik nad talilno banjico

Trn horizontalno Z14 se skrči, do skrčenega položaja S20, s tem postavi žičke tuljavnika nad talilno banjico. Prav tako pripravi za korak, ko bo titanova palica potopila žičke v staljeno spajko.

10. korak: titanova palica vertikalno se spusti in loputa čiščenja spajke horizontalno se iztegne

Pri spajkanju se izredno hitro pojavlja oksid na gladini spajke, kar pa v procesu spajkanja onemogoča ustrezen nanos spajke na žički tuljavnika. Zato smo se odločili, da se počisti gladina spajke pred vsakim potapljanjem žičk v spajko s titanovo palico. Medtem ko se titanova palica Z6 začne spuščati, se loputa čiščenja spajke horizontalno Z16 iztegne in počisti oksid, iz gladine taline spajke.

Ker pri tej akciji lahko pride do kolizije med titanovo palico Z6 in loputo čiščenja spajke Z16, sta oba koraka varovana z nastavljenim časovnikom. Do kolizije lahko pride, če se bi loputa čiščenja spajke horizontalno Z16, zaradi kateregakoli razloga, med iztegovanjem zaustavila. V primeru, da se loputa čiščenja spajke horizontalno ne iztegne do iztegnjene lege S26 v času nastavljenega časovnika, se avtomatski cikel prekine ter se dvigne titanova palica Z6.

11. korak: trn vertikalno se dvigne

Trn vertikalno Z1 se dvigne s tem potegne žičke tuljavnika skozi stopljeno spajko in opravi nanos spajke na žičke tuljavnika. Hitrost dviganja trna je nadzorovana fizično z dušenjem izstopnega zraka. Potrebno je paziti, da se trn ne dviga prepočasi. Ker če so žičke preveč časa izpostavljene vroči spajki se lahko žičke prežgejo. Prehitro pa prav tako ne, ker se spajka nezadostno nanese na žičke.

12. korak: glava žic vertikalno se dvigne in vpenjalo žic se odpre

- Glava žičk tuljavnikov vertikalno Z2 se dvigne,
- vpenjalo žičk tuljavnikov Z3 se odpre.

Pripravi se za naslednji korak, ko bo moralo vpenjalo uloviti in vpeti žičke tuljavnikov.

S tem korakom se zaključi funkcionalnost nanosa spajke na proste konce žičk tuljavnikov. Če so izključene funkcionalnosti kontrole upornosti in pakiranja se tuljavnik pripelje na mesto nalaganja tuljavnikov na trn. Operater zamenja tuljavnike in s pritiskom na pedal spet začne s prvim korakom. Če pa je vključena funkcionalnost testiranje upornosti in pakiranje tuljavnikov gre logika programa na korake, ki sledijo.

13. korak: Vpenjanje žic tuljavnika se horizontalno iztegne

Vpenjanje žic tuljavnika se izvede tako, da se glava žic horizontalno Z5 iztegne. Istočasno se pa glava žic vertikalno spusti pod žice tuljavnika in se ponovno dvigne ter vpne žice tuljavnikov. Glava žic vertikalno Z2 se spusti. Nato se Z2 vertikalno dvigne, ko doseže vmesno pozicijo S5. Potrdi se, da se je glava spustila do vmesne pozicije glave vertikalno Z2 in se nazaj dvigne. S tem je glava žic ulovila žičke tuljavnika.

14. korak: vpenjalo žice se zapre

S tem vpenjalo žic Z3 vpne žičke tuljavnikov.

15. korak: glava žice horizontalno se skrči

Glava žic horizontalno Z5 se skrči in napne žičke tuljavnika. V tem trenutku so žičke ustrezno poravnane in napete, tuljavniki so pripravljeni za korak, odvzema iz trna.

16. korak: premik servo osi manipulatorja M2 do pozicije izmeta

Servo os manipulatorja M2 se postavi na POZ 3 (pozicija izmeta). S tem se pripravi, da bo začela potovati do odvzema tuljavnikov.

17. korak: premik servo osi manipulatorja M2 do odvzema tuljavnikov iz trna

Premik servo osi M2 na POZ 4. Servo os manipulatorja M2 se postavi v POZ 4, ko sta tuljavnika pripravljeni na odvzem iz trna Z1. To pomeni, da so žičke ustrezno poravnane in napete med trnom in glavo žic. Tako je omogočeno glavi manipulatorja pravilni odvzem tuljavnikov.

18. korak: vpenjalo kontrole upornosti tuljavnika, vpenjalo 1 in vpenjalo 2 se zaprejo

- Vpenjalo kontrole upornosti tuljavnika Z8 se zapre,
- vpenjalo 1 Z9 in vpenjalo 2 Z10 se zapreta.

Glava manipulatorja vpne tuljavnika in žičke tuljavnika. Preden začne z odvzemom tuljavnikov in kontrolo upornosti, pa mora počakati še naslednji korak, ker se mora vpenjalo žičk na glavi žic še odpreti.

19. korak: vpenjalo žičk tuljavnika se odpre

Odprtje vpenjala žičk tuljavnika Z3. S tem ko se vpenjalo žičk Z3 odpre omogoči glavi manipulatorja neoviran odvzem tuljavnikov iz trna.

20. korak: servo os manipulatorja M2 se postavi na pozicijo izmeta

Servo os manipulatorja M2 se postavi na POZ 3 (pozicija izmeta tuljavnika). V tem koraku glava manipulatorja odvzame tuljavnika iz trna in servo os M2 premakne manipulator na pozicijo izmeta POZ3.

21. korak: meritev upornosti tuljavnika

Meritev upornosti tuljavnika se izvede v določenem času, ki se sproži po akciji, ko začne servo os odvezati tuljavnike iz trna. Čas smo predvideli zaradi mehanskih lastnosti odvezanja tuljavnikov iz trna. Meritev upornosti se izvaja, ko je servo os odvzela tuljavnike iz trna, da se v čim večji meri zmanjša zunanji vplivi na meritev.

Meritev se izvaja določen čas, ta vrednost je nastavljiva v nastavitvah naprave. Po izvedeni meritvi, pričakuje krmilnik vrednost iz merilne naprave Burster. V primeru, da v času meritve upornosti merilna naprava Burster ne vrne signala 1, sklepamo, da je merjeni tuljavnik neustrezen.

22. korak: vpenjalo žičk tuljavnika se zapre in glava manipulatorja se zavrti v vertikalni položaj

- Vpenjalo žic Z3 se zapre,
- glava manipulatorja Z7 se zavrti v vertikalni položaj.

Po ustrezni postavitvi osi manipulatorja na mesto izmeta tuljavnika POZ 3 se glava manipulatorja Z7 zavrti v vertikalni položaj. Tako sta tuljavnika pripravljena za izmet slabih oziroma odlaganje v paleto dobrih. Vpenjalo žičk Z3 se zapre in s tem omogoči, da se bosta lahko trn in vpenjalo premaknila na mesto ročnega nalaganja tuljavnikov.

23. korak: trn horizontalno se sprosti

Sprostitev trna horizontalno Z14. Preklopni ventil se postavi v vmesni položaj tako, da se trn ne more premikati in počaka na naslednji korak.

24. korak: trn se premakne na mesto ročnega nalaganja

Vrednost korakov, s strani nanosa spajke W24, se postavi na vrednost 0. Pri tem se trn horizontalno Z14 postavi na mesto ročnega nalaganja tuljavnikov. Neglede na to, da ni bil še tuljavnik ali prenesen na paletu dobrih tuljavnikov ali odvržen v predal slabih tuljavnikov lahko operater naloži tuljavnika na trn in požene nov cikel.

25. korak: izmet tuljavnika v predal slabih tuljavnikov

Tuljavnik 1 se odvrže v predal slabih tuljavnikov, ko je glava manipulatorja Z7 postavljena v vertikalni položaj, odprto vpenjalo kontrole Z8, servo os manipulatorja je postavljena v POZ3 (pozicija izmeta tuljavnika) in tuljavnik je neustrezen. Potrdi se, da je bil tuljavnik 1 odvržen v predal slabih tuljavnikov. S potrditvijo, da je bil tuljavnik odvržen v predal slabih tuljavnikov, se izklopi potrditev izmeta.

Tuljavnik 2 se odvrže v predal slabih tuljavnikov, ko je glava manipulatorja Z7 v vertikalnem položaju, odprto vpenjalo kontrole Z8, odprto vpenjalo 1 Z9 ter os manipulatorja M2 je postavljena v POZ3 (pozicija izmeta tuljavnika) in tuljavnik je neustrezen. Potrdi se, da je bil tuljavnik 2 odvržen v predal slabih tuljavnikov. S potrditvijo, da je bil tuljavnik odvržen v predal slabih delov, se izklopi potrditev izmeta.

26.korak: odlaganje dobrih tuljavnikov v paletu

Paleta vsebuje trne, na trne pa manipulator nalaga tuljavnike. Koliko tuljavnikov gre na trn je nastavljivo s parametrom D55. Število stolpcev je nastavljivo s parametrom D56 in število vrstic s parametrom D57. Če je tuljavnik primeren pomeni, da je bila njegova meritev upornosti pravilna. Takrat se izbere prosto odlagalno mesto na paleti in manipulator odloži tuljavnik. Najprej se preveri, ali je dober tuljavnik vpet v vpenjalu 1. V primeru, da je tuljavnik ustrezen se ga postavi na trn palete iz vpenjala 1. Nato se preveri, ali je v drugem vpenjalu še vpet tuljavnik, preveri se ali je prostor na trenutnem mestu na paleti. V primeru, da je prosto mesto na trnu se spusti še tuljavnik iz vpenjala 2, drugače pa se najde drugi naslednji prosti trn na paleti. Manipulator pripelje manipulator nad prosti trn in tuljavnik spusti na njega.

27. korak: glava manipulatorja se zavrti v horizontalni položaj

Glava manipulatorja se zavrti v horizontalni položaj, ko so potrjena vsa pakiranja dobrih tuljavnikov v paletu in izmeti slabih tuljavnikov v predal, odprta so vsa tri vpenjala na glavi manipulatorja ter os M2 se nahaja v POZ 3 (pozicija izmeta tuljavnika). S postavitvijo glave, v vertikalni položaj, se resetirajo vse spremenljivke, ki so bile vklopljene skozi korak meritve in pakiranja.

5.7.3 Servisni režim delovanja

S servisnim načinom delovanja napravo z ustreznimi postopki postavimo v želeni položaj, uporabljamo ga pri servisiranju in preverjanju ustreznosti delovanja avtomatskega dela naprave.

5.7.3.1 Uporabniški vidik

Pogoji, ki so potrebni za servisni režim delovanja naprave, so podani v tabeli 5.6

Št.	Opis	Vhodi na krmilniku
1	Uspešno izveden vklop naprave	W0.12
2	Preklopna tipka U5 postavljena v položaj servisno	2.09
3	Vmesnik postavljen v okno servisnega nadzora MW5	H30.02

Tabela 5.6: Pogoji za vzpostavitev servisnega režima delovanja.

Ko je naprava postavljena v servisni režim delovanja (W0.05), se na kontrolni plošči prižge rumena lučka L6 ter v oknu stanja naprave se izpiše »Naprava v servisnem načinu delovanja«.

Servisni režim delovanja se izključi:

- ko se vmesnik postavi v osnovno okno nadzora delovanja naprave MS2,
- ko se preklopna tipka U5 postavi v srednji položaj.

Glede na uporabo servisnega režima delovanja smo ga razdelili na tri dele:

- HOD_POS,
- POSAMIČNO,
- CIKLIČNO.

Servisni režim HOD_POS. Pri vzpostavitvi servisnega načina HOD_POS (W0.06) se prižge zelena opozorilna ikona LOP21 na uporabniškem vmesniku ter v oknu stanja naprave se izpiše »Naprava v servisnem – HOD POS načinu delovanja«. Pogoji za vzpostavitev servisnega režima HOD POS so podani v tabeli 5.7.

Št.	Opis	Vhodi na krmilniku
1	Naprava postavljena v servisni režim	W0.05
2	Tipka SERVISNI NAČIN HOD_POS	K1OP20
3	Vmesnik postavljen v okno izbire aktuatorja MW6	H30.03

Tabela 5.7: Pogoji za vzpostavitev servisnega režima delovanja - HOD_POS.

Servisni režim POSAMIČNO. Pri vzpostavitvi servisnega načina POSAMIČNO (W0.07) se prižge rdeča opozorilna ikona LOP21, na uporabniškem vmesniku, ter v oknu stanja naprave se izpiše »Naprava v servisnem – posamičnem načinu delovanja«. Pogoji za vzpostavitev servisnega režima posamično so podani v tabeli 5.8.

Št.	Opis	Vhodi na krmilniku
1	Naprava postavljena v servisni režim	W0.05
2	Tipka SERVISNI NAČIN POSAMIČNO	K1OP21
3	Vmesnik postavljen v okno izbire aktuatorja MW24	H31.04

Tabela 5.8: Pogoji za vzpostavitev servisnega režima delovanja -POSAMIČNO.

Servisni način HOD_POS in posamično se izklopita, s prehodom v začetno servisno okno MW5. Obe opozorilni ikoni se ugasneta.

Servisni režim CIKLIČNO. Pri vzpostavitvi cikličnega načina (W0.07) se prižge modra opozorilna ikona LOP21, na vmesniku, ter v oknu stanja naprave se izpiše »Naprava v servisnem – cikličnem načinu delovanja«. V primeru, da naprava ni predhodno postavljena v začetni položaj, se s prehodom v okno Ciklično MW19 izpiše v oknu stanja naprave »Napravo je potrebno nulirati«. Pogoji za vzpostavitev cikličnega režima delovanja so podani v tabeli 5.9.

Št.	Opis	Vhodi na krmilniku
1	Naprava postavljena v servisni režim	W0.05
2	Naprava predhodno nulirana	W0.11
3	Vmesnik postavljen v okno nuliranja MW19	H30.04

Tabela 5.9: Pogoji za vzpostavitev servisnega režima delovanja - CIKLIČNO.

Ciklični način delovanja naprave se izklopi:

- ko je bil zaključen celoten cikel (W1.03),
- ob izklopu servisnega režima delovanja,
- ko se postavi v začetno servisno okno MW5

5.7.3.2 Vidik programske opreme

Servisni način delovanja naprave je razdeljen v tri sklope:

- HOD_POS,

- POSAMIČNO,
- CIKLIČNO.

Ti trije načini omogočajo uporabniku popoln nadzor nad upravljanjem, s posameznimi aktuatorji na napravi.

Servisni način HOD_POS

Servisni način HOD_POS je namenjen izključno v servisne namene. Zato je za dostop do tega načina delovanja pooblaščen samo serviser in administrator.

Pri delovanju naprave prihaja do normalne ali prekomerne obrabe obrabljivih delov, še posebno tistih delov, ki so v stiku z izdelkom. Tudi nepravilna lahko uporaba privede do poškodbe določenih delov naprave. Pri saniranju oziroma menjavi poškodovanega ali obrabljenega dela je potrebno del ponovno pravilno nastaviti na ustrezne mere, da se ne izgublja ali spreminja lastnosti pri delovanju naprave. Serviser mora takrat večkrat samo en aktuator premakniti v njegovi smeri in najprej preveriti kako zamenjani del ustreza glede njegove funkcije.

Naenkrat lahko serviser upravlja samo z enim aktuatorjem. V uporabniškem vmesniku izberemo željen aktuator, ki ga bi radi upravljali. Ko izberemo aktuator se postavi v svoj osnovni položaj. Programska oprema je sestavljena tako, da je serviserju s pritiskom na tipko »SERVIS« U4 na nadzorni plošči, omogočen premik posameznega aktuatorja. Posamezni aktuator se premika v svoji smeri samo dokler serviser pritiska na tipko U4.

Po izkušnjah proizvajalca so lahko postopki zamenjave obrabljivih delov dolgotrajni, pri tem se uporablja različna orodja in pomagala ter zaščitna sredstva. Tako smo se odločili, da je serviserju omogočena izbira posameznega aktuatorja z uporabniškim vmesnikom. Ker pri nastavitvi zamenjanega dela uporablja tudi rokavice, mu nekoliko onemogoča upravljanje z uporabniškim vmesnikom. Veliko lažje in prijaznejše je upravljanje s posameznim aktuatorjem s fizično zunanjo tipko, tako mu ni potrebno snemati rokavice z roke. Pri uporabi uporabniškega vmesnika bi v veliki verjetnosti, prihajalo, da bi serviserji pritiskali na tipke v uporabniškem vmesniku s trdimi predmeti (kot so ključi, izvijači oziroma drugi predmeti), kar bi lahko povzročilo poškodbe ekrana.

Servisni način POSAMIČNO

Servisni način posamično je namenjen postavitvi naprave ali dela naprave v določen položaj pri servisiranju naprave. Lahko se uporabi tudi pri postavljanju naprave v začetni položaj.

Serviserju omogoča postavitev aktuatorjev v položaj, ki jih potrebuje, da lahko kasneje s servisnim načinom HOD_POS preizkuša menjavo obrabljene ali poškodovanega dela naprave. Upravljanje s posameznimi aktuatorji je omogočeno v servisnih oknih uporabniškega vmesnika. Programska oprema je sestavljena tako, da uporabnik naprave s pritiskom na posamezne tipke, ki so nameščene ob posameznem aktuatorju, premika aktuator v želeni smeri. Lastnost tega načina delovanja je, da aktuator ohranja želeni položaj. V tem načinu delovanja je omogočeno preverjanje vseh funkcij delovanja naprave. Predvsem omogoča preverjanje delovanja posameznih stikal, kakor tudi nastavitve posameznega stikala ob njegovi menjavi. V tem načinu se pri posameznem aktuatorju izrisuje status postavitve posameznega aktuatorja, kar omogoča serviserju predstavitev, v katerem položaju se nahaja posamezni aktuator. Pri uporabi tega načina delovanja naprave je omogočeno upravljanje z več aktuatorji istočasno.

Pri servisnih načinih HOP_POS in POSAMIČNO se zaradi servisiranja in dostopa do posameznih aktuatorjev, izklopijo določeni deli varnostne verige, ki je pri takih posegih v napravo moteča. To dejstvo ima za posledico, da se posamezni aktuatorji premikajo v svoji smeri brez varnosti, kar pri nepazljivem delu v tem področju lahko privede do poškodbe oseba ali naprave.

Servisni način CIKLIČNO

Po izkušnjah proizvajalca se lahko pojavijo napake, kot so slabo nastavljena stikala. Lahko se pojavljajo napake, ki se ne pojavijo vsak cikel oziroma se pojavijo glede na okolje, v katerem deluje naprava. Pri transportu oziroma selitvi naprave pride do razstavljanja posameznih delov naprave. Ciklični način delovanja je namenjen predvsem kontroli avtomatskega cikla. Pri menjavi obrabljene ali poškodovanega dela lahko serviser preveri kako se bo ta del obnašal v avtomatskem delovanju naprave. Programska shema je sestavljena tako, da serviserju omogoča (s pritiskom na tipko U4), premik samo enega cikla avtomatskega dela. Po končanem ciklu se naprava zaustavi, kar omogoča serviserju pregled ali so se vsi aktuatorji postavili v ustrezen položaj oziroma ali so aktivirana ustrezna stikala. Na vmesniku pa serviser lahko spremlja, kateri koraki so se že izvedli in kateri se še morajo.

Pogoj za uporabo cikličnega načina delovanja je, da je naprava postavljena v začetni položaj (nulirana). Ker se določeni koraki pri avtomatskem delovanju naprave izvajajo s kombinacijo premikov aktuatorjev, je v cikličnem načinu omogočeno ločevanje posameznih premikov aktuatorjev.

5.7.4 Ročni režim delovanja

Ko je naprava postavljena v ročni režim delovanja, se izpiše v oknu stanja naprave »Naprava v ročnem načinu delovanja«. Pogoji za ročni režim delovanja naprave so podani v tabeli 5.10.

Št.	Opis	Vhodi na krmilniku
1	Uspešno izveden vklop naprave	W0.12
2	Preklopna tipka U5 postavljena v srednji položaj	/2.08 \cap / 2.09
3	Vmesnik postavljen v okno ročnega upravljanja MW3	H31.05

Tabela 5.10: Pogoji za vzpostavitev ročnega režima delovanja.

Ročni način delovanja se izklopi:

- ko se preklopna tipka U5 postavi v srednji položaj,
- s prehodom v okno nadzorovanja delovanja naprave MS2.

Ročni način delovanja omogoča izvajanje posameznih postopkov na napravi, kot so:

- menjava palete,
- doziranje spajke,
- odvzem slabih tuljavnikov.

5.8 Statistika proizvodnega procesa

Odločili smo se, da v področje statistike postavimo samo števec, ki prikazuje osnovne vrednosti, določenega stanja naprave. Ti števci so v pomoč uporabniku oziroma olajšujejo delo z napravo. V tej fazi razvoja programske sheme in uporabniškega vmesnika naprava deluje popolnoma samostojno in ni vezana na podatkovno bazo, ki bi omogočala obdelavo statističnih podatkov naprave. Za potrebe spremljanja proizvodnega procesa tuljavnikov smo izbrali naslednji izbor števecv:

- Števec skupno izdelanih tuljavnikov. Števec prikazuje vse tuljavnike, ki so bili izdelani v obdobju zadnje postavitve števca na vrednost 0. Števec je aktiven v vseh načinih delovanja naprave. Vrednost števca se povečuje za število 2 v trenutku, ko je izvedeno spajkanje žičk tuljavnika. Ta trenutek je najprimernejši, zato ker če imamo vklopljeno samo nanašanje spajke na žičke tuljavnika, je to zadnje dejanje v sklopu tega dela.

- Števec dobro izdelanih tuljavnikov. Števec dobro izdelanih tuljavnikov je aktiven samo v primeru, da je na napravi vklopljena funkcionalnost kontrole upornosti ali zlaganja tuljavnikov v paleto. Števec je predvsem primeren za prikaz števila ustreznih tuljavnikov, v določenem obdobju (izmeni ali ko na napravi dela določen operater). Vrednost števca se povečuje za 1, iz vpenjala 1 in vpenjala 2. Trenutek seštevanja vrednosti je, ko glava manipulatorja odloži tuljavnik v paleto (ko se vpenjalo 1 ali vpenjalo 2 odpreta).
- Števec slabo izdelanih tuljavnikov. Števec je aktiven samo v primeru, ko je na napravi vklopljena funkcionalnost kontrole upornosti. Pomemben je predvsem za prikaz neustreznih tuljavnikov, glede upornosti v določenem obdobju (izmena ali določeno obdobje, ko določen operater dela na napravi). Vrednost števca se povečuje v trenutku, ko odvržen slab tuljavnik preleti kontrolno svetlobno stikalo B2, ki potrdi izmet slabega tuljavnika.
- Število tuljavnikov v paleti. Števec prikazuje koliko tuljavnikov je trenutno postavljeno v paleto. Predvsem je namenjen hitremu prikazu števila tuljavnikov, da se lahko vodja oziroma pooblaščen oseba hitro odloča ali zamenja paleto in jo postavi v nadaljnji proces obdelave tuljavnika. Ta števec lahko nekoliko prihrani čas pri pregledu pakiranja tuljavnikov. Števec deluje na isti način kot števec, ki prikazuje število dobro izdelanih tuljavnikov, le da se vrednost števca postavlja na vrednost 0, pri menjavi palete.
- Števec slabih tuljavnikov v predalu. Števec prikazuje število slabo izdelanih tuljavnikov, ki so odvrženi v predal namenjen slabim tuljavnikom. Število odvrženih tuljavnikov, v predal za slabe tuljavnike, je omejeno ter pri preseganju nastavljenе vrednosti pride do zaustavitve delovanja naprave. Slabe tuljavnike lahko iz predala odvzema le za to opravilo pooblaščen oseba, ki pa se v normalnih razmerah proizvodnje navadno ne nahaja v območju naprave. Števec je namenjen pooblaščen osebi za odvzem slabih tuljavnikov iz predala, da lahko hitro ugotavlja napolnjenost predala in se odloča o postopku odvzema neustreznih tuljavnikov. Števec deluje popolnoma enako kot števec, ki prikazuje število slabo izdelanih tuljavnikov, le da se vrednost tega števca postavlja na vrednost 0 vedno, ko se izvede postopek odvzema neustreznih tuljavnikov.
- Števec pospajkanih tuljavnikov. Števec je aktiven, ko je na napravi vklopljena samo funkcionalnost nanosa spajke na žičke tuljavnika. Števec prikazuje število tuljavnikov, ki so izdelani v tej opciji.

Za vrednosti zgoraj opisanih števcov velja, da se jih z ustreznim pooblastilom in pritiskom na tipko RESET ŠTEVCA, ki se nahaja poleg posameznega števca, postavlja na vrednost 0.

5.9 Stanje naprave

V tem delu programske opreme se izvaja obveščanje uporabnika o stanju v katerem se naprava trenutno nahaja. V spodnjem delu okna se izpisujejo napake, zaradi katerih je prišlo do zastoja pri izvajanju določene akcije. Sporočila se pojavljajo na uporabniškem vmesniku, kadar je aktivirana ustrezna spremenljivka, ki določeno sporočilo prižiga. Izpisi določenih napak, se pojavijo po določenem času, ko se pričakuje, da se bo korak, pri izvajanju določene akcije, izvedel. Sporočila se izpišejo, ko se je ta čas izvedel in se je aktivirala spremenljivka, ki vklaplja ustrezno sporočilo.

Namen teh sporočil je hitro iskanje napake, ki se je pojavila, oziroma je vzrok zastoja delovanja naprave. Izpis posameznih napak se pojavlja v naslednjih funkcionalnih sklopih:

- vklopa naprave s kontrolo,
- postavitve naprave v začetni položaj,
- procesa ročnega dodajanja spajke,
- procesa ročnega odvzemanje palete,
- avtomatskega procesa delovanja naprave.

Poglavje 6 Sklepne ugotovitve

V svojem diplomskem delu sem predstavil razvoj programske opreme za krmiljenje prototipne naprave. Z izdelavo programske opreme, ki krmili spajkanje, kontrolo in pakiranje tuljavnikov so se izboljšali delovni pogoji za delavca. Delavec ni več v stiku z vročo talilno banjico in talino spajke, kar preprečuje opekline in vdihovanje nevarnih par ter plinov. Ni več zamudnega pakiranja tuljavnikov na trne palete. Z napravo je sedaj omogočeno bolj natančno, konstantno in nadzorovano izvajanje postopka: nanašanja spajke, kontrolo upornosti tuljavnika z nanešeno spajko ter pakiranje tuljavnikov. S tem se zmanjša število neustreznih tuljavnikov v proizvodnem procesu. Prav tako se je izboljšala varnost in zmanjšal negativni vpliv na zdravje delavca, ki lahko sedaj s pomočjo naprave tuljavnike kvalitetno in hitro obdeluje, kar je zelo pomembno.

Odziv proizvajalca glede delovanja in izgleda uporabniškega vmesnika ter programa za krmiljenje naprave je pozitiven. Delo z napravo je enostavno in varno. Operater za delo z njo ne potrebuje dolgega uvajanja.

Prototipna naprava ni namenjena prodaji in rednemu delu z njo. Uporablja se jo za preizkušanje programskih rešitev in komponent. Izsledki iz razvoja prototipne naprave bodo uporabljeni pri konstruiranju serijske naprave.

Pri sestavljanju in testiranju programske opreme naprave smo naleteli na nekaj težav. Največ težav smo imeli z izogibanjem (preprečevanjem kolizij) med aktuatorji, preverjanjem stopljenosti spajke v banjici, čiščenje gladine spajke, ustavljanjem pnevmatskega cilindra v vmesnem položaju. Rešitve za optimizacijo naprave so predstavljene v spodnjih točkah.

6.1 Predlogi za nadaljnje izboljšave naprave

Ker bo proizvajalec tovrstne naprave tipiziral, bi bila potrebna sprememba določenih dosedanjih rešitev, ki bi:

- zmanjšale možnost poškodbe na napravi,
- povečale učinkovitost naprave,

- razširile možnost obdelave podatkov statistike naprave.

6.1.1 Zmanjšanje možnosti poškodb naprave

Vsak proizvodni proces temelji na brezhibnem delovanju naprav. Zato je potrebno v največji meri v proizvodnem procesu naprave odpraviti možnosti, da pride do poškodb naprave in oseb. Zastoji so vzrok za zamujanje rokov v proizvodnji in posledično tudi zaslužka. V nadaljevanju so opisane pomanjkljivosti in njihove rešitve.

- Kolizija med glavo žic Z2 in titanovo palico Z6. Dosedanja logika naprave predvideva, da se trn v horizontalni legi Z14 premakne, do vmesnega položaja S22, kjer se trn v vertikalni legi Z1 in glava žic v vertikalni legi Z2 spustita. Šele po teh korakih se izvede postavljanje žičk tuljavnikov, nad talilno banjico. Celoten proces je sestavljen iz več korakov in kontrol ter se izvede pri dvignjeni titanovi palici Z6. Pri napaki delovanja predvsem stikala, ki zaznava, da se je naprava postavila v vmesni položaj S22, lahko pride do kolizije med glavo žic Z2 in titanovo palico Z6. To lahko privede, pri sunkovitem naletu, do strojeloma, bodisi glave ali titanove palice.

Logika delovanja naprave bi se lahko izdelala na tak način, da bi se ročno nalaganje tuljavnika na trn izvajalo tako, da bi bila glava žic Z2 in Trn Z1 v spodnjem položaju, titanova palica Z6 pa bi bila dvignjena. Pri tem bi odpadel vmesni položaj S22 in bi se v enem koraku izvedel prenos žičk tuljavnikov, nad talilno banjico. Pnevmatško krmilje naprave bi moralo predvidevati, da se trn v vertikalnem položaju Z1 in glava žic v vertikalnem položaju Z2 postavi v spodnji položaj ter, da se titanova palica Z6 se postavi v zgornji položaj, pri vklopu naprave.

- Kontrola stopljenosti spajke v talilni banjici. Pri postavljeni logiki naprave se kontrola ustreznosti stopljenosti spajke izvaja z nastavljenim časom, ki je dobljen z ustreznimi izkušnjami iz proizvodnega procesa. V primeru neustreznega delovanja časa oziroma grelnih teles banjice lahko pride do zagona naprave, ko je spajka v talilni banjici še v trdem stanju. To lahko privede do loma lopute čiščenja spajke Z16 ali loma titanove palice Z6.

Kontrola bi se lahko izvedla s fizičnim tipalom, ki bi z neko minimalno silo pritiskalo na površino spajke in tako fizično preverjalo ali je spajka, v talilni banjici, staljena. V logiko naprave bi se lahko dodal signal, ki bi sporočil krmilniku, da je dosežena ustrezna temperatura. To bi zagotavljalo ustrezno kontrolo delovanja grelnih teles talilne banjice.

- Zmanjšanje možnosti poškodb osebja. Sedanja logika varovanja delovnega območja naprave je postavljena tako, da so servisna vrata fizično zaklenjena s ključavnico. To pa lahko, ob posesti ključa oziroma neustrezno zaprtih servisnih vrat, omogoči dostop do delovnega področja naprave, kar lahko privede do poškodb kot so:
 - stiski rok, prstov,
 - raztrgane obleke,
 - opeklin.

Na vrata bi se lahko postavila ustrezna varnostna stikala, ki bi se odklepala z ustrezno vnesenim geslom. To bi preprečilo dostopanje nepooblaščenim osebam do delovnega področja naprave.

6.1.2 Povečanje učinkovitosti naprave

V proizvodnem procesu naprave je pomembno, da se obdelava tuljavnika izvede v najkrajšem mogočem času. V procesu podaljša končni čas obdelave tuljavnika, vsak nepotrební gib in čakanje naslednjih operacij, da se na tuljavniku izvršijo pred ponovnim začetkom novega cikla. V nadaljevanju je opisano kako se bomo temu izognili.

- Združevanje korakov. V primeru, da bi bila logika naprave postavljena tako, da bi bil odstranjen vmesni položaj, bi odpadli trije dodatni koraki ter zaustavljanje trna v horizontalnem položaju Z14, v vmesni poziciji. Vsekakor bi se skrajšali časi preklapov posameznih pnevmatskih aktuatorjev in s tem izničilo precej pospeševanj ter pojemanj na aktuatorjih, kar pri pnevmatiki izvedbi traja precej časa.
- Vzporedno izvajanje posameznih korakov. Ker se na napravi posamezni koraki izvajajo zaporedno, se tudi skupni čas izdelave povečuje. Razvoj logike naprave, bi se lahko usmeril v še eno vejo tovrstnih naprav, ki bi omogočale bistveno skrajšanje cikla naprave. To se lahko doseže s postavitvijo sočasnega izvajanja posameznih korakov v delovanju naprave. Postavitev celotne logike naprave na krožni sistem, ki bi baziral na krožni mizi. Na krožni mizi bi bile na posameznih delitvah postavljene delovne postaje, ki bi istočasno izvajale posamezne korake v procesu nanosa spajke na žičke tuljavnikov v procesu pakiranja in kontrole tuljavnikov.

Delovne postaje:

- ročno ali avtomatsko nalaganje tuljavnikov na trn ali montažno gnezdo, ki bi bilo postavljeno na delilni krožnik vrtljivega sistema,
- nanos spajke na žičke tuljavnika,
- kontrola upornosti tuljavnika,
- izmet slabih tuljavnikov in postavljanje ustreznih tuljavnikov v embalažo.

Za večjo avtonomijo pri delovanju naprave, še posebno, če bi bila naprava postavljena v popolnoma avtomatiziran proces delovanja bi se uporabilo:

- tračni transporter z zalogovnikom za polne in prazne palete pri pakiranju dobrih tuljavnikov,
- sistem z izmenljivimi škatlami za izmet slabih delov.

Ti prijemi bi zmanjšali vpliv operaterja na učinkovitost delovnega procesa naprave.

- Nastavljanje pozicij servo osi palete in manipulatorja. Na obstoječi napravi se uporabljata servo osi. Pozicije osi so nastavljive s posebnim programskim paketom in z računalnikom. To je v življenjski dobi naprave, velikokrat zamudno in neprijetno. Zahteva pa tudi dodatno programsko in ostalo opremo (kabel, zunanji računalnik, dodatna znanja za nastavljanje posameznih pozicij). Za povečanje učinkovitosti naprave in prijaznejšo uporabo bi bilo dobro, da se obe osi povežeta v eno od vrst komunikacije (npr. PROFIBUS, ki bi omogočala nastavljanje servo osi iz uporabniškega vmesnika). V tem primeru bi bilo potrebno na uporabniškem vmesniku, v področju nastavitvev, vpeljati še okna, ki bi omogočala vpis in korekcijo pozicij posamezne osi. To bi omogočalo enostavno uporabo več tipov palet, predvsem z različnimi delitvami.

6.1.3 Razširjene možnosti obdelave podatkov

V današnji dobi izdelave posameznih delov, v proizvodnih procesih, se pojavljajo vedno večje potrebe po sledljivosti in nadzoru proizvodnje: velik korak v tej smeri lahko naredimo s statističnim vrednotenjem vrednosti, ki jih naprava daje pri izvajanju proizvodnega procesa.

- Povezovanje z zunanjo kontrolno aplikacijo in podatkovno bazo. Krmilnik bi v podatkovno bazo shranjeval podatke o delovnem procesu in stanju naprave. Iz nje pa bi bral nastavitve za svoje delovanje. Z ustrezno razvito aplikacijo bi bil omogočen:
 - popoln nadzor nad delom naprave v proizvodnem procesu,

- popoln nadzor nad delovanjem naprave,
- nadzor in predvidevanje vzdrževalnih posegov naprave,
- nadzor nad kvaliteto del, ki se izvajajo na napravi,

S povezavo kontrolnih sistemov (v primeru te naprave sistem za kontrolo upornosti) s podatkovno bazo, bi se omogočil celovit pregled izdelave izdelka (v tem primeru tuljavnika), tudi v fazi izbire ustrezne žice, kvalitete nanosa laka na žico oziroma kvalitete izdelave tuljavnika, do faze nanosa spajke na žičke tuljavnika.

- Dodatne kontrole. V procesu nanosa spajke na žičke tuljavnika se lahko, zaradi različnih okoliščin procesa spajkanja oziroma glede na vrsto spajke, pojavljajo tuljavniki z nepravilnim nanosom spajke. To v nadaljnjih procesih vgradnje tuljavnika, v končni izdelek, povzroči težave. Lahko bi se možnost kontrole nadgradilo še z optično kontrolo ustreznosti nanosa spajke na dela žičke tuljavnika. Ta kontrola bi se lahko izvajala z uporabo kamerinega sistema. Z ustrezno osvetlitvijo v zaprtem prostoru, ki bi omogočil izločitev zunanjega vpliva svetlobe na meritev. Slike in ustreznost nanosa spajke na žičke tuljavnika bi se razdelile v več razredov. Z njimi bi se ocenjevala ustreznost oziroma neustreznost nanosa spajke na žičke tuljavnika. Z uporabo kamerinega sistema bi se lahko izmerila tudi ustreznost dolžine nanosa spajke, na žičke tuljavnika, oziroma druge merske veličine, ki jih uporabnik zahteva.

Literatura

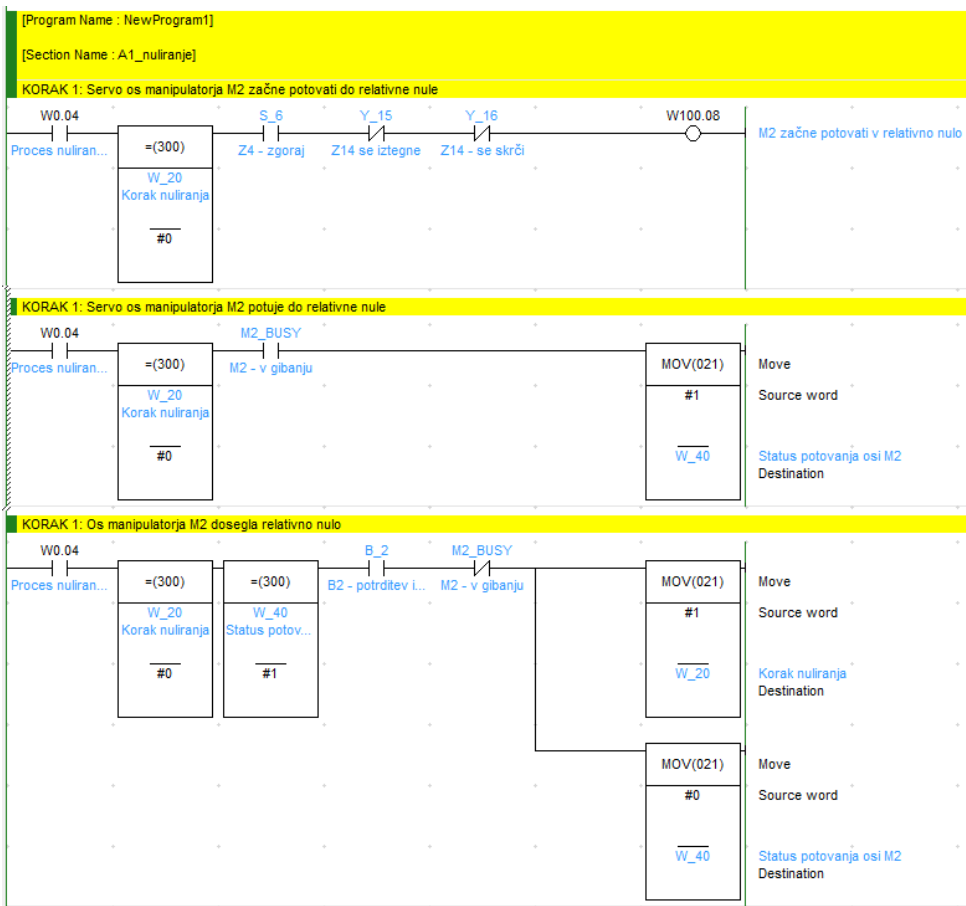
- [1] Operation manual, Cat._No._W516-E1-01. »W516-E1-01+CP1L-EL(M)+UsersManual.pdf«. Dostopno na URL:
<http://industrial.omron.eu/en/products/downloads>
- [2] Cat. No. V07-EN-01, »omron_nq-series_HMI_getting_started_guide.pdf«. Dostopno na URL: <http://industrial.omron.eu/en/products/downloads>
- [3] Digital Fiber Sensor FS-N10 Series Instruction Manual, digital fiberoptic sensor FS-N series.pdf
- [4] Doc. no. LEC-OM00605, LECP6_E_OM00605_EN.pdf
- [5] Doc. no. LEC-OM04701, LEC-OM04701.pdf
- [6] Dostopno na URL: <http://www.smc-pneumatics.com/LEFB25T-500.html>
- [7] Programming manual, Cat._No._W451-E1-03. »CP1L(H)_2007_W451-E1-03_PROGRAMACAO.pdf«. Dostopno na URL:
<http://industrial.omron.eu/en/products/downloads>

Priloge

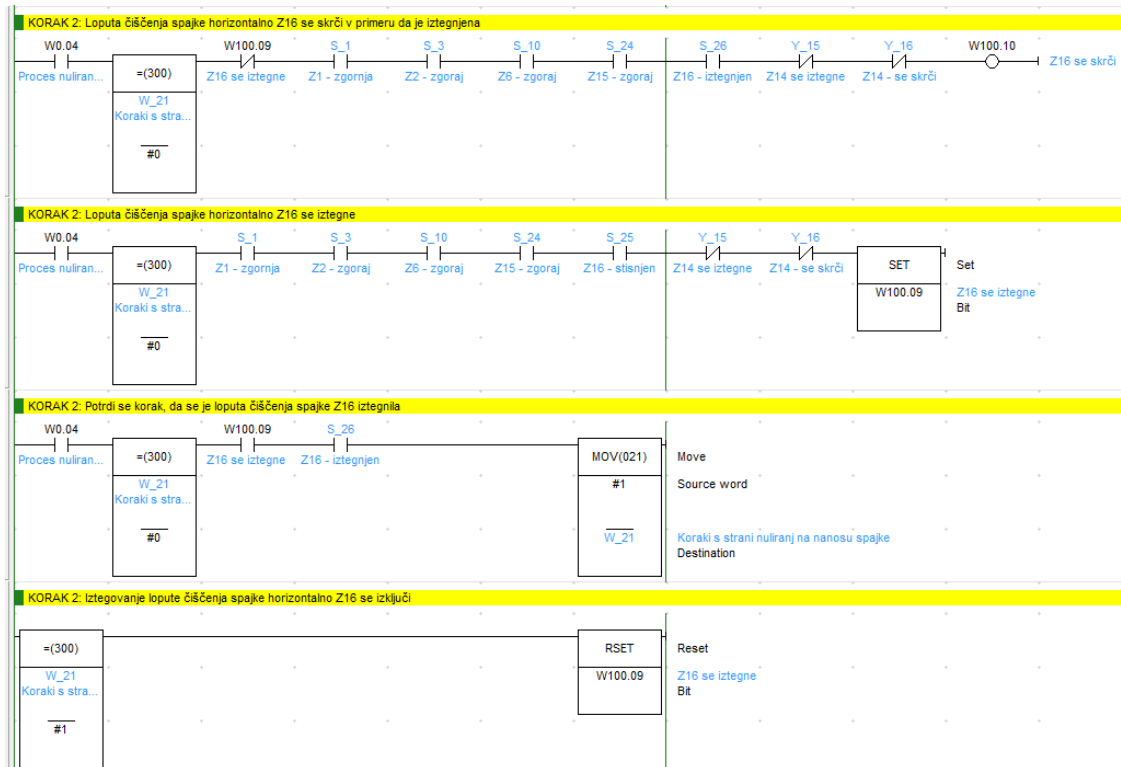
A. Primeri lestvičnih programov.

Izseki programa za izbrane korake postavitve naprave v začetni položaj.

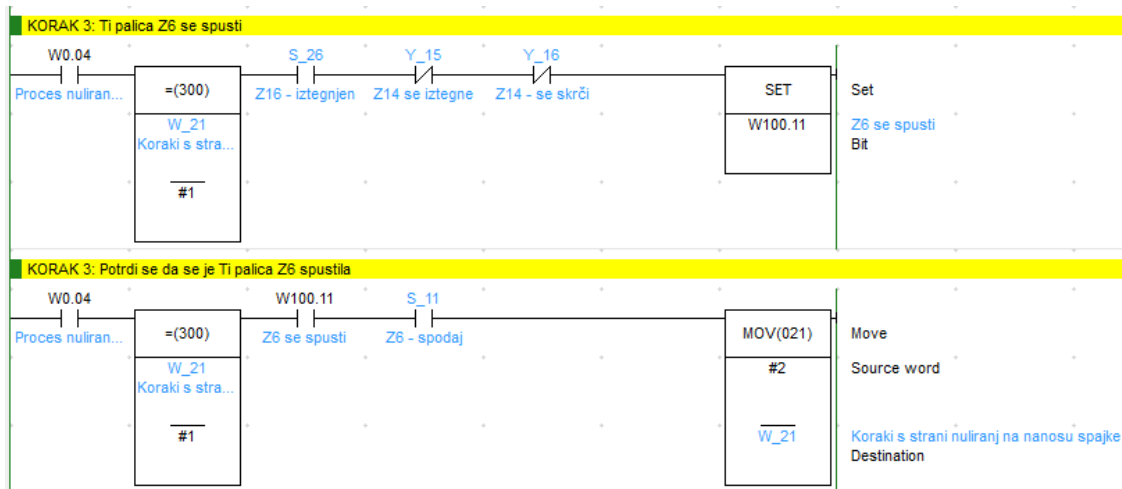
A.1: Izsek programa za postavitev servo osi manipulatorja (M2) v izhodiščno lego.



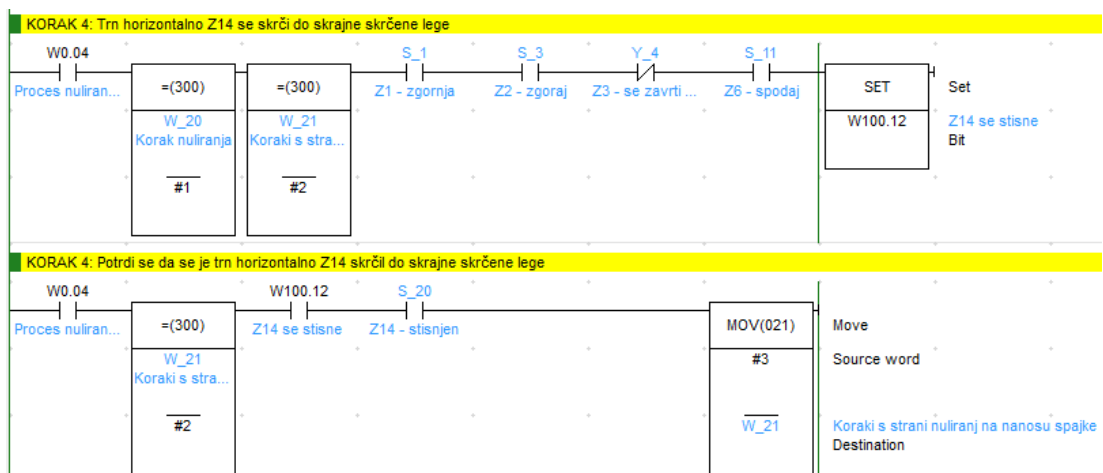
A.2: Izsek programa za polnjenje s tehnološkim zrakom horizontalnega pnevmatskega cilindra lopute čiščenja oksida.



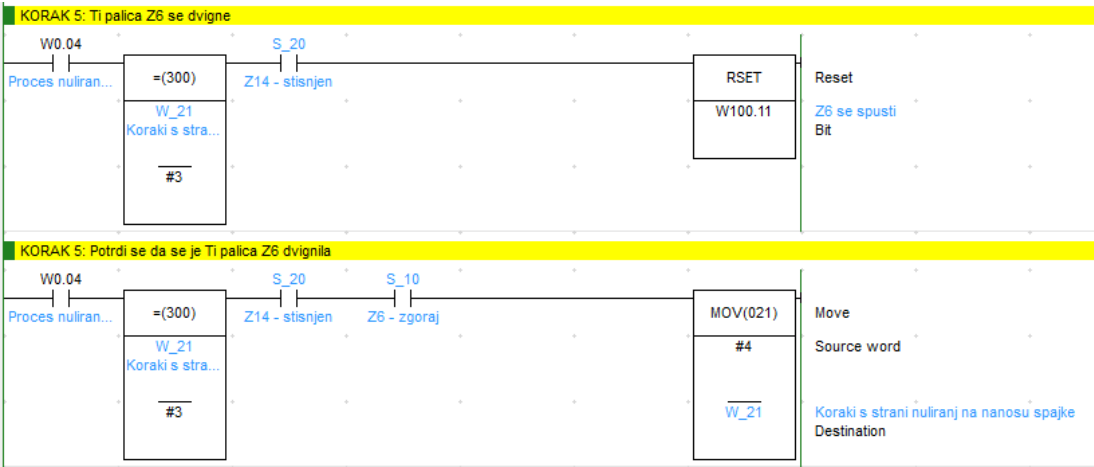
A.3: Izsek programa za spust titanove palice.



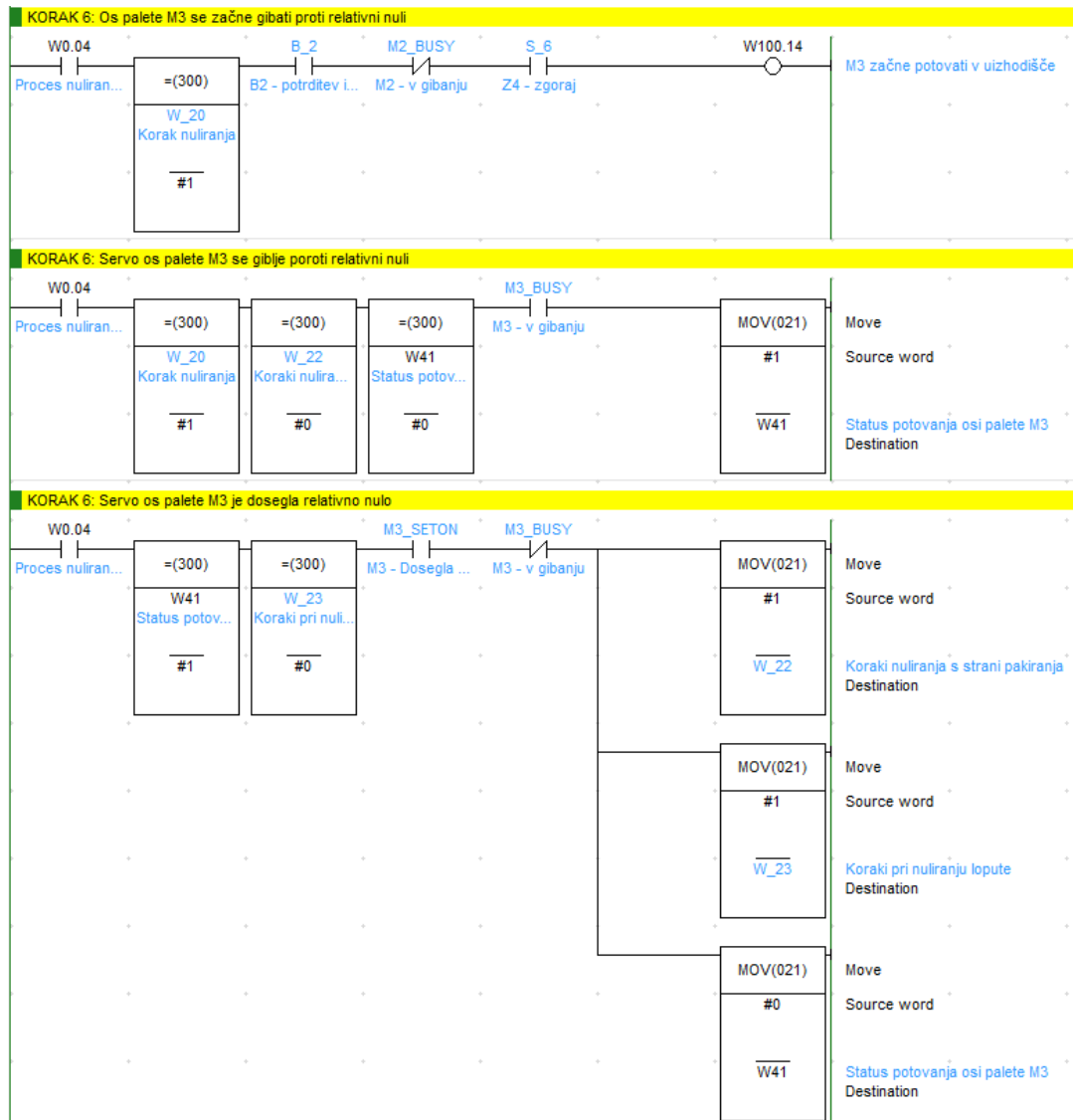
A.4: Izsek programa za skrčenje trna horizontalno Z14 do končne pozicije.



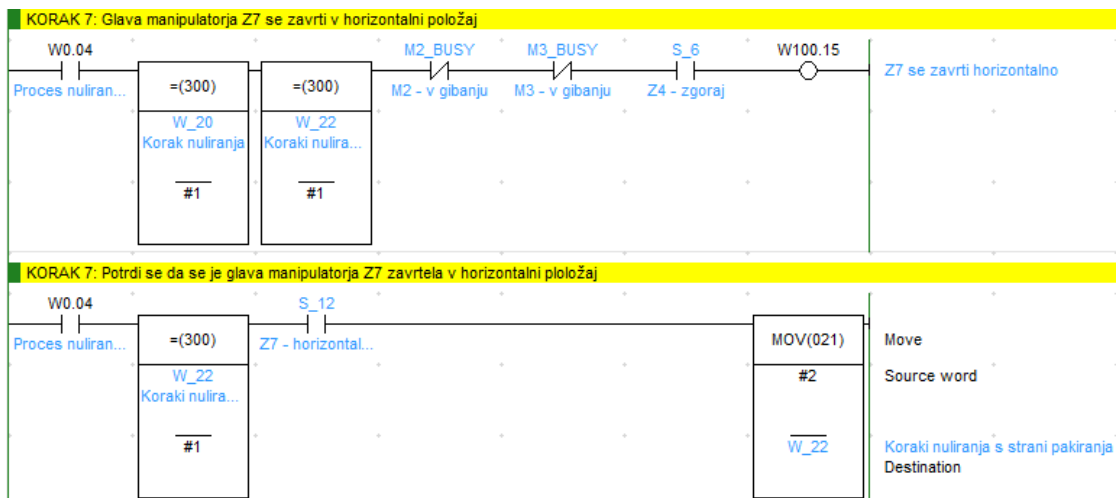
A.5: Izsek programa za dvig titanove palice Z6.



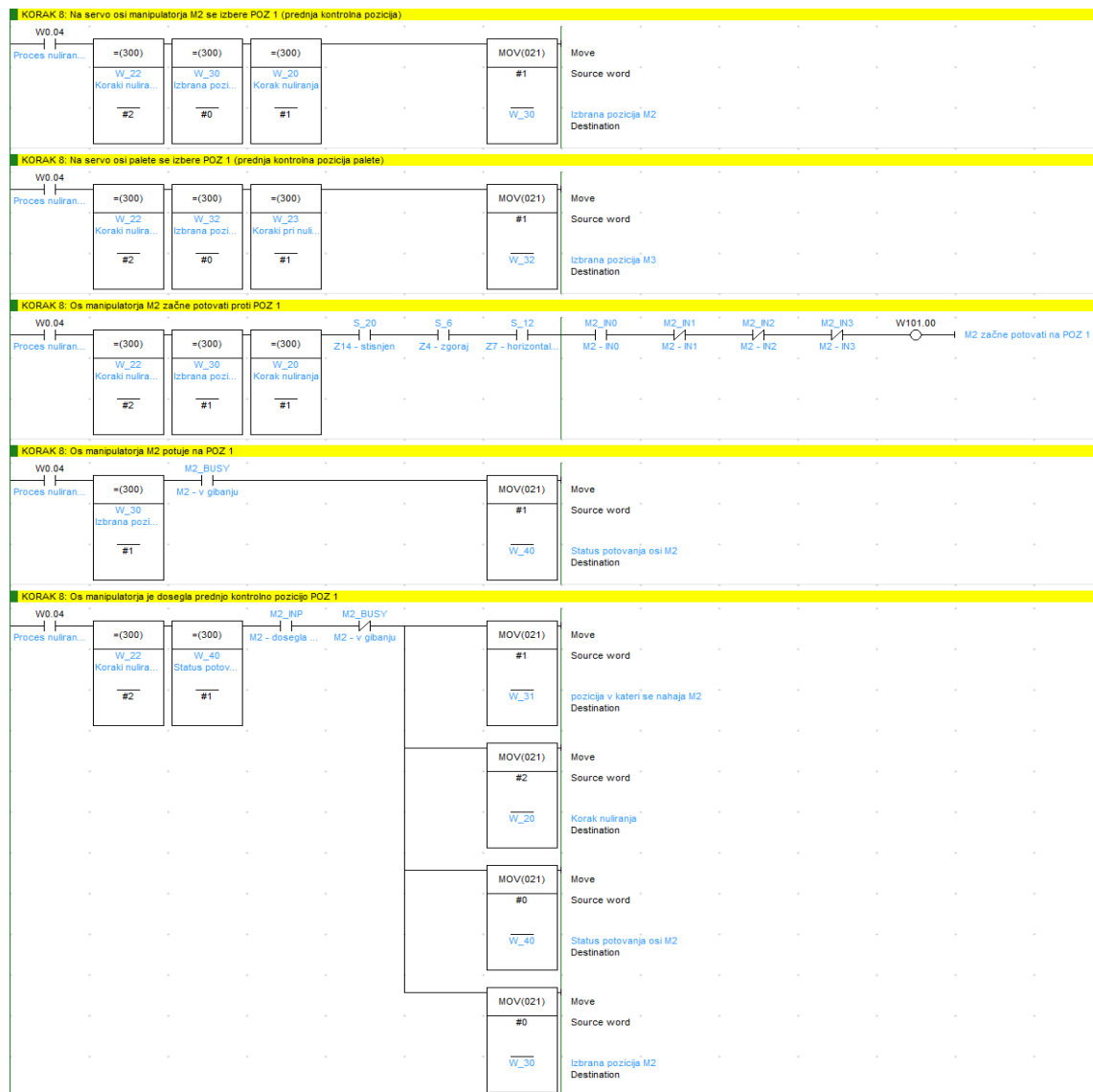
A.6: Izsek programa za postavitev servo osi palete M3 v izhodiščni položaj.



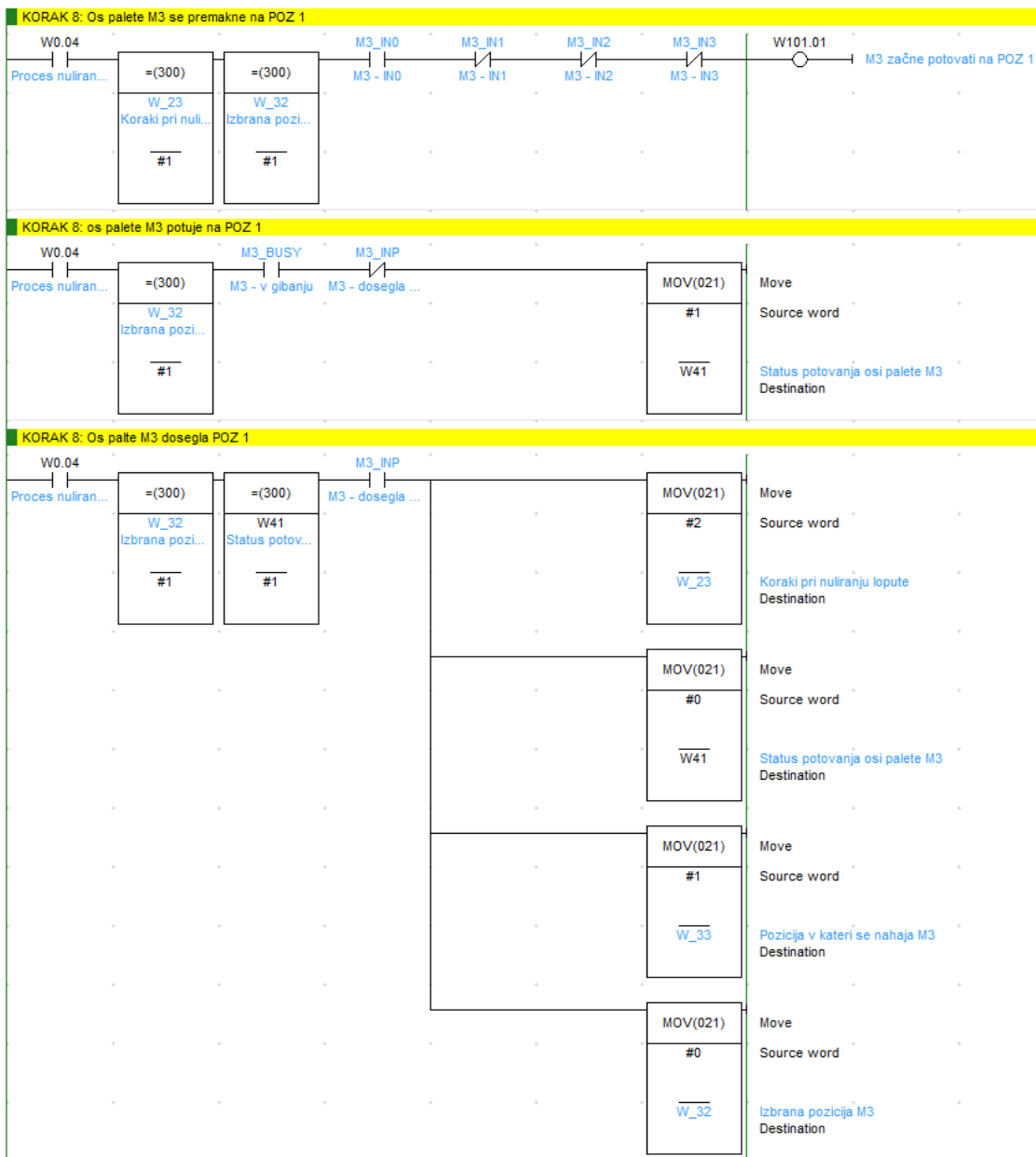
A.7: Izsek programa za zasuk glave manipulatorja Z7 v horizontalni položaj.



A.8: Izsek programa za prehod servo osi manipulatorja M2 v POZ1.



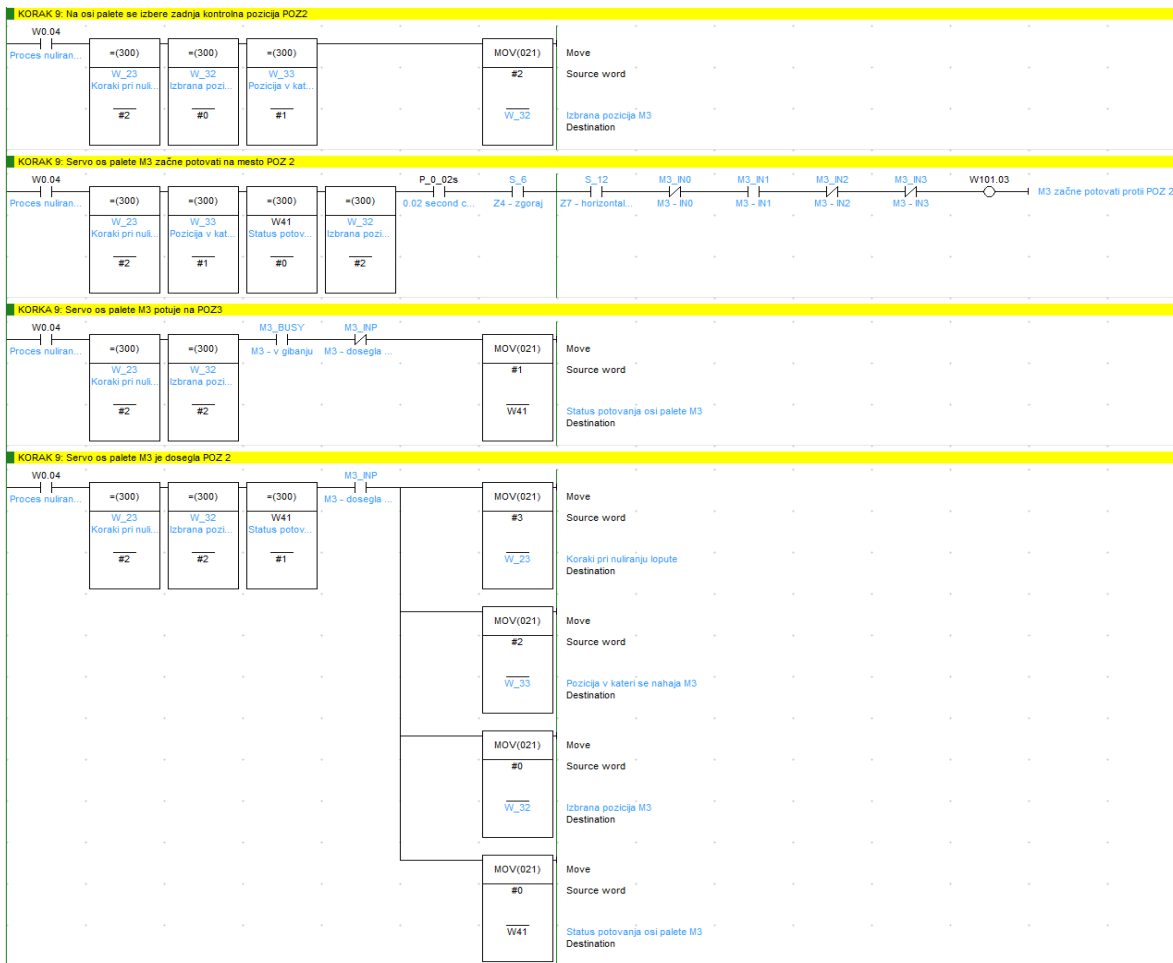
A.9: Izsek programa za prehod servo osi palete M3 v POZ1.



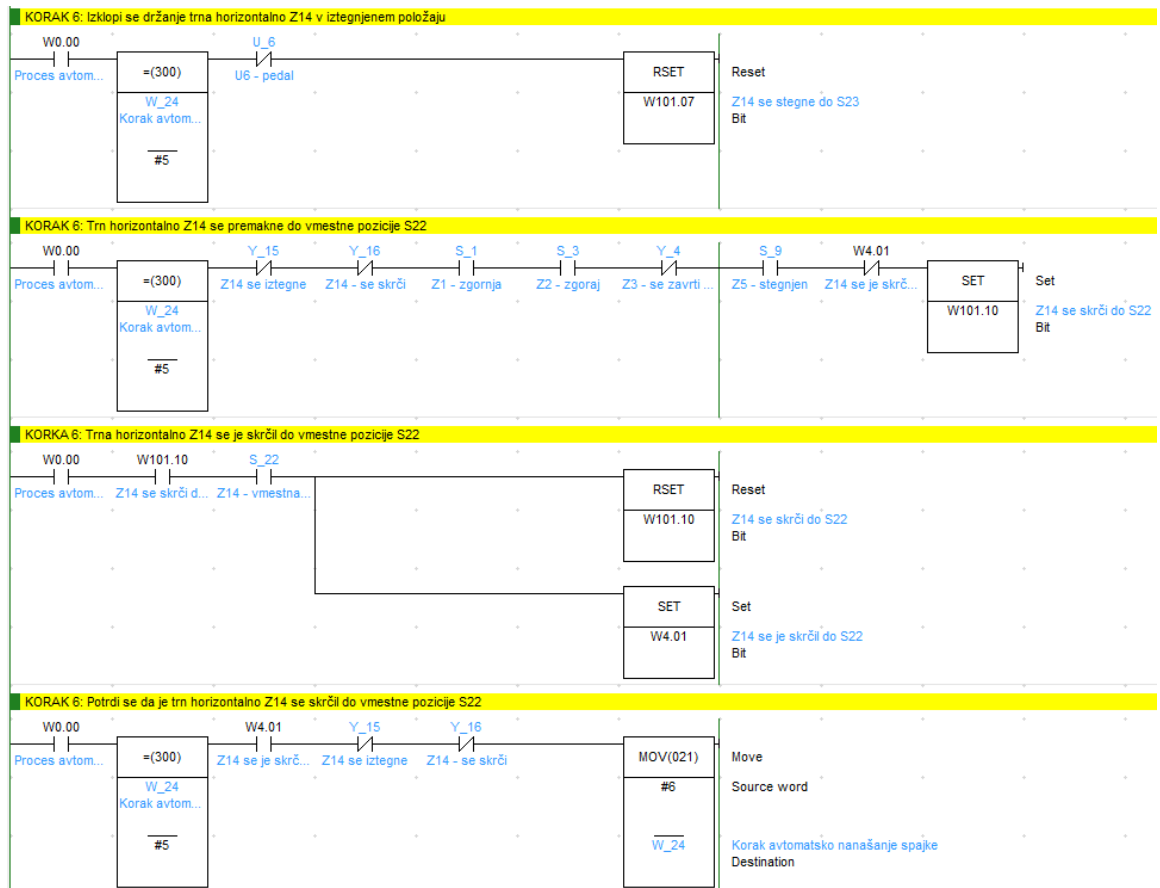
A.10: Izsek programa za prehod servo osi manipulatorja M2 v POZ2.



A.11: Izsek programa za prehod servo osi palete M3 v POZ2.



A.12: Izsek programa za potovanje trna horizontalno Z14 do vmesne pozicije.



B. Tabela uporabljenih spremenljivk.

B.1: Tabela simbolov.

Ime spremenljivke	Tip	Naslov	Komentar
B_2	BOOL	2.04	B2 - potrditev izmeta
COP7	INT	D121	Čas spajkanja prikaz v s
COP8	INT	D118	Prikaz časa spajkanja v ms
DT_1	BOOL	3.11	DT1 - Tuljavnik 1 dober
DT_2	BOOL	4.00	DT2 - Tuljavnik 2 dober
DT_3	BOOL	104.06	DT3 - meritev se izvede
h_8_01	BOOL	H8.01	Spajka ni stopljena
K1OP1	BOOL	H12.00	Tipka START
K1OP2	BOOL	H12.01	Tipka STOP
K1OP20	BOOL	H13.03	Tipka HOD POS
K1OP21	BOOL	H13.04	Tipka posamično
K1OP3	BOOL	H12.02	Tipka PREKINITEV
K1OP30	BOOL	H40.01	Tipka osnovne vrednosti časa vklopa naprave
K1OP31	BOOL	H40.02	Tipka osnovne vrednosti časa meritve
K1OP32	BOOL	H11.15	Tipka SPAJKA JE STOPLJENA
K1OP33	BOOL	H11.14	Tipka odjava
K1OP35	BOOL	H40.06	Tipka osnovne vrednosti tuljavnikov v predalu
K1OP36	BOOL	H40.07	Tipka vrne osnovne nastavitve pri vseh nastavitvah v področju
K1OP37	BOOL	H15.00	Tipka za vklop opcije doziranje spajke z kontrolo
K1OP39	BOOL	H15.02	Tipka osnovne nastavitve faktorja hitrosti doziranja spajke
K1OP4	BOOL	H12.03	Tipka RESET
K1OP40	BOOL	H15.03	Tipka osnovne vrednosti števecv ciklov do doziranja spajke
K1OP41	BOOL	H15.04	Tipka osnovne vrednosti števca časa doziranja spajke
K1OP42	BOOL	H15.05	Tipka ki vrne vse osnovne nastavitve okna SOP5
K1OP43	BOOL	H15.06	Tipka osnovne vrednosti maksimalnega števila tuljavnikov v predalu
K1OP44	BOOL	H15.07	Tipka osnovne vrednosti zaporedno izvedenih slabih tuljavnikov
K1OP47	BOOL	H15.10	Tipka za vklop opcije doziranje spajke brez kontrole
K1OP48	BOOL	H15.11	Tipka za vklop opcije doziranja spajke
K1OP49	BOOL	H15.12	Tipka za vklop kontrole
K1OP5	BOOL	H12.04	Tipka NULIRANJE NAPRAVE
K1OP50	BOOL	H15.13	Tipka za vklop opcije samo nanašanja spajke
K1OP51	BOOL	H15.14	Tipka za izklop opcije samo nanašanje spajke
K1OP52	BOOL	H15.15	Tipka za izklop opcije doziranje spajke
K1OP53	BOOL	H14.00	Tipka za izklop samo kontrole
K1OP54	BOOL	H14.01	Tipka ki vklopi aktivno geslo administratorja
K1OP55	BOOL	H14.02	Tipka ki vklopi aktivno geslo vodje naprave
K1OP56	BOOL	H14.03	Tipka ki vklopi aktivno geslo serviserja

K1OP57	BOOL	H14.04	Status aktivnega gesla nastavljavca
K1OP58	BOOL	H14.05	Tipka ki vklopi aktivno geslo operaterja
K1OP59	BOOL	H14.06	Tipka ki izklopi aktivno geslo administratorja
K1OP6	BOOL	H12.05	Ročni vklop naprave
K1OP60	BOOL	H14.07	Tipka ki izklopi aktivno geslo vodje naprave
K1OP61	BOOL	H14.10	potrditev vnosa nastavitve
K1OP62	BOOL	H14.09	Status neaktivnega gesla nastavljavca
K1OP68	BOOL	H14.08	Tipka ki izklopi aktivno geslo Serviserja
K1OP69	BOOL	H14.14	Tipka ki izklopi aktivno geslo operaterja
K1OP7	BOOL	H12.06	Tipka menjava palete
K1OP70	BOOL	H14.15	Tipka ki vklopi aktivno geslo zagona naprave
K1OP71	BOOL	H14.13	Tipka ki izklopi aktivno geslo zagona naprave
L_3	BOOL	104.02	L3 - Luč slab kos
L_4	BOOL	104.03	L4 - Luč zaustavitve
L_5	BOOL	104.04	L5 - Luč zastoj
L_6	BOOL	104.07	L6 - Luč servis
LNOT	BOOL	4.03	Krmilje vklopljeno
LOP1	BOOL	H23.00	Opozorilna ikona ko se spajka ne dozira
LOP103	INT	H37	Status izpisa načina doziranja spajke
LOP104	INT	H39	Izpis zaradi zaustavitve
LOP172	BOOL	H27.14	Status pri vklopljeni opciji doziranja spajke z kontrolo
LOP173	BOOL	H26.13	Status doziranje spajke brez kontrole
LOP176	BOOL	H28.02	Status pri izklopljenem doziranju spajke
LOP177	BOOL	H28.03	Status pri izklopljeni kontroli
LOP178	BOOL	H28.04	Status pri vklopljeni opciji samo nanašanja spajke
LOP179	BOOL	H28.05	Status neaktivnega gesla administratorja
LOP180	BOOL	H28.06	Status aktivnega gesla administratorja
LOP181	BOOL	H28.07	Status aktivnega gesla serviserja
LOP182	BOOL	H28.08	status aktivnega gesla nastavljavca
LOP183	BOOL	H28.09	Status aktivnega gesla operaterja
LOP184	BOOL	H28.10	Status aktivnega gesla zagona naprave
LOP192	BOOL	H20.01	Lučka pri tipki SPAJKA JE STOPLJENA
LOP2	INT	H41	Lučka v oknu avtomatskega nadzora
LOP20	BOOL	H29.01	izpis Geslo je napačno
LOP21	INT	H43	Opozorilna ikona servisnega načina delovanja
LOP4	BOOL	H20.12	Rumena lučka pri tipki spajka je stopljena
LOP5	BOOL	H20.03	Zelene lučka tipka RESET
LOP6	BOOL	H20.04	Lučka pri tipki NULIRANJE NAPRAVE
LOP75	BOOL	H26.06	Rumena opozorilna ikona
LOP81	BOOL	H26.12	Opozorilna ikona napačnega gesla
LOP82	INT	H45	Status izpisa prijave
LOP89	INT	H34	Izpis statusa režima delovanja
LOP92	INT	H35	Izpis v stanju naprave
LOP96	INT	H36	Status izpisa kateri del na napravi je izklopljen
LWO1	BOOL	H38.08	Izpis Napačno geslo

M2_ALARM	BOOL	4.08	M2 - izvedla se je napaka
M2_BUSY	BOOL	3.05	M2 - v gibanju
M2_DRIVE	BOOL	100.06	M2 - začne potovati na pozicijo
M2_IN0	BOOL	102.06	M2 - IN0
M2_IN1	BOOL	102.07	M2 - IN1
M2_IN2	BOOL	103.00	M2 - IN2
M2_IN3	BOOL	103.01	M2 - IN3
M2_INP	BOOL	2.03	M2 - dosegla pozicijo
M2_M3_RESET	BOOL	101.02	M2,M3 - se resetirajo
M2_M3_SVRE	BOOL	1.03	M2, M3 - prižgani
M2_SETON	BOOL	2.04	M2 - dosegla nulo
M2_SETUP	BOOL	102.04	M2 - začne potovati proti nuli
M3_ALARM	BOOL	4.10	M3 - izvedla se je napaka
M3_BUSY	BOOL	1.04	M3 - v gibanju
M3_DRIVE	BOOL	100.07	M3 - začne potovati na pozicijo
M3_IN0	BOOL	103.06	M3 - IN0
M3_IN1	BOOL	103.07	M3 - IN1
M3_IN2	BOOL	104.00	M3 - IN2
M3_IN3	BOOL	104.01	M3 - IN3
M3_INP	BOOL	1.02	M3 - dosegla pozicijo
M3_SETON	BOOL	2.11	M3 - Dosegla nulo
M3_SETUP	BOOL	102.00	M3 - začne potovati proti nuli
M_1	BOOL	100.04	M1 - dozira spajko
MS2	BOOL	H30.02	Okno nadzora delovanja
MW1	BOOL	H30.00	Okno avtomatskega nadzora
MW19	BOOL	H31.01	Prvo ciklično okno
MW2	BOOL	H30.01	Okno nuliranja
MW24	BOOL	H31.04	Okno izbire v servisnem načinu
MW3	BOOL	H31.05	Okno ročnega nadzora
MW5	BOOL	H30.04	okno servisnega nadzora
Potrditev gesla	BOOL	101.06	Omogoči vklop krmilja
S_1	BOOL	0.00	Z1 - zgornja
S_10	BOOL	1.00	Z6 - zgoraj
S_11	BOOL	1.01	Z6 - spodaj
S_12	BOOL	1.08	Z7 - horizontalno
S_13	BOOL	1.09	Z7 - vertikalno
S_14	BOOL	3.04	Z8 - odprto
S_15	BOOL	1.11	Z9 - odprto
S_16	BOOL	1.07	Z10 - odprto
S_17S_18	BOOL	2.00	Z11 Z12 - odprt
S_19	BOOL	2.02	Z13 - odprt
S_2	BOOL	0.01	Z1 - spodaj
S_20	BOOL	3.01	Z14 - stisnjen
S_21	BOOL	3.00	Z14 - kontrola višine spajke
S_22	BOOL	3.02	Z14 - vmesna pozicija

S_23	BOOL	3.03	Z14 - iztegnjen
S_24	BOOL	1.06	Z15 - zgoraj
S_25	BOOL	0.11	Z16 - stisnjen
S_26	BOOL	0.06	Z16 - iztegnjen
S_3	BOOL	0.02	Z2 - zgoraj
S_4	BOOL	0.03	Z2 - spodaj
S_5	BOOL	0.04	Z2 - vmesni položaj
S_6	BOOL	1.05	Z4 - zgoraj
S_7	BOOL	1.10	Z4 - spodaj
S_8	BOOL	0.08	Z5 - stisnjen
S_9	BOOL	0.09	Z5 - iztegnjen
SOP1	BOOL	H31.02	Osnovno okno nastavitvev
U5_1	BOOL	2.08	U5.1 - Preklopna tipka avtomatsko
U5_2	BOOL	2.09	U5.2 - preklopna tipka servisno
U_4	BOOL	2.07	U4 - tipka servis
U_6	BOOL	3.10	U6 - pedal
W_11	INT	W11	Števniki časa meritve
W_14	INT	W14	Koraki pri izvajanju meritve
W_15	INT	W15	Koraki odzema palete
W_17	INT	W17	Koraki postavitve M2 na POZ3 iz palete
W_18	INT	W18	Koraki odlaganja tuljavnika
W_19	INT	W19	Koraki premika palete za delitev
W_20	INT	W20	Korak nuliranja
W_21	INT	W21	Koraki s strani nuliranja na nanosu spajke
W_22	INT	W22	Koraki nuliranja s strani pakiranja
W_23	INT	W23	Koraki pri nuliranju lopute
W_24	INT	W24	Korak avtomatsko nanašanje spajke
W_28	INT	W28	Koraki izbire stolpca v paleti
W_29	INT	W29	Koraki postavitve osi palete M3
W_30	INT	W30	Izbrana pozicija M2
W_31	INT	W31	pozicija v kateri se nahaja M2
W_32	INT	W32	Izbrana pozicija M3
W_33	INT	W33	Pozicija v kateri se nahaja M3
W_35	INT	W35	Pozicija stolpca v paleti
W_40	INT	W40	Status potovanja osi M2
W_41	INT	W40	Status potovanja osi M3
W_50	INT	W50	Vrednost za vklop naprave, ki je potreben za topljenje spajke
W_80	INT	W80	Vrednost prijave z geslom
Y_10	BOOL	101.07	Z8 - se zapre
Y_11	BOOL	102.03	Z9 - se zapre
Y_12	BOOL	102.05	Z10 - se zapre
Y_13	BOOL	103.03	Z11,Z12 - se odpreta
Y_14	BOOL	103.05	Z13 - se odpre
Y_15	BOOL	101.01	Z14 se iztegne
Y_16	BOOL	101.03	Z14 - se skrči

Y_17	BOOL	103.04	Z15 - se spusti
Y_18	BOOL	103.02	Z16 - se iztegne
Y_19	BOOL	100.05	Z16 - se skrči
Y_2	BOOL	100.00	Z1 - se spusti
Y_3	BOOL	100.01	Z2 - se spusti
Y_4	BOOL	100.02	Z3 - se zavrti v horizontalni položaj
Y_5	BOOL	100.03	Z4 - se spusti
Y_6	BOOL	101.00	Z5 - se iztegne
Y_7	BOOL	101.04	Z6 - se spusti
Y_8	BOOL	102.01	Z7 - se zavrti vertikalno
Y_9	BOOL	102.02	Z7 - se zavrti horizontalno
K2OP15	BOOL	D1.14	
M2_M3_SVON	BOOL	101.05	SVON - servo osi se vklopita
MSC1	BOOL	H31.03	
MW6	BOOL	H30.03	Okno izbire v servisnem
P_0_02s	BOOL	CF103	0.02 second clock pulse bit
P_0_1s	BOOL	CF100	0.1 second clock pulse bit
P_0_2s	BOOL	CF101	0.2 second clock pulse bit
P_1min	BOOL	CF104	1 minute clock pulse bit
P_1s	BOOL	CF102	1.0 second clock pulse bit
P_AER	BOOL	CF011	Access Error Flag
P_CIO	WORD	A450	CIO Area Parameter
P_CY	BOOL	CF004	Carry (CY) Flag
P_Cycle_Time_Error	BOOL	A401.08	Cycle Time Error Flag
P_Cycle_Time_Value	UDINT	A264	Present Scan Time
P_DM	WORD	A460	DM Area Parameter
P_EM0	WORD	A461	EM0 Area Parameter
P_EM1	WORD	A462	EM1 Area Parameter
P_EM2	WORD	A463	EM2 Area Parameter
P_EM3	WORD	A464	EM3 Area Parameter
P_EM4	WORD	A465	EM4 Area Parameter
P_EM5	WORD	A466	EM5 Area Parameter
P_EM6	WORD	A467	EM6 Area Parameter
P_EM7	WORD	A468	EM7 Area Parameter
P_EM8	WORD	A469	EM8 Area Parameter
P_EM9	WORD	A470	EM9 Area Parameter
P_EMA	WORD	A471	EMA Area Parameter
P_EMB	WORD	A472	EMB Area Parameter
P EMC	WORD	A473	EMC Area Parameter
P_EQ	BOOL	CF006	Equals (EQ) Flag
P_ER	BOOL	CF003	Instruction Execution Error (ER) Flag
P_First_Cycle	BOOL	A200.11	First Cycle Flag
P_First_Cycle_Task	BOOL	A200.15	First Task Execution Flag
P_GE	BOOL	CF000	Greater Than or Equals (GE) Flag
P_GT	BOOL	CF005	Greater Than (GT) Flag

P_HR	WORD	A452	HR Area Parameter
P_IO_Verify_Error	BOOL	A402.09	I/O Verification Error Flag
P_LE	BOOL	CF002	Less Than or Equals (LE) Flag
P_Low_Battery	BOOL	A402.04	Low Battery Flag
P_LT	BOOL	CF007	Less Than (LT) Flag
P_Max_Cycle_Time	UDINT	A262	Maximum Cycle Time
P_N	BOOL	CF008	Negative (N) Flag
P_NE	BOOL	CF001	Not Equals (NE) Flag
P_OF	BOOL	CF009	Overflow (OF) Flag
P_Off	BOOL	CF114	Always OFF Flag
P_On	BOOL	CF113	Always ON Flag
P_Output_Off_Bit	BOOL	A500.15	Output OFF Bit
P_Step	BOOL	A200.12	Step Flag
P_UF	BOOL	CF010	Underflow (UF) Flag
P_WR	WORD	A451	WR Area Parameter
W_25	INT	W25	koraki pri odlaganju tuljavnika
W_26	INT	W26	Koraki premikanja palete
Y_1	BOOL	104.05	PG1 - Vklopi se zrak
D0	CHANNEL	D0	Tuljavniki postavljeni na trn palete iz vpenjala 1 Z9
D1	CHANNEL	D1	Tuljavniki postavljeni s Z10
D2	CHANNEL	D2	Število tuljavnikov na trnu
D3	CHANNEL	D3	Pozicija stolpca v paleti
D4	CHANNEL	D4	Vrstica v paleti je polna
D5	CHANNEL	D5	Število tuljavnikov postavljenih na trn palete iz vpenjala 1
D6	CHANNEL	D6	Število tuljavnikov postavljenih na trn iz vpenjala 2
D7	CHANNEL	D7	Število tuljavnikov postavljenih na trn palete
D50	CHANNEL	D50	Vrednost števca vklopa naprave
D51	CHANNEL	D51	Vrednost števca časa meritve
D52	CHANNEL	D52	Vrednost števca faktorja hitrosti doziranja
D53	CHANNEL	D53	Vrednost števca števila ciklov do doziranja
D54	CHANNEL	D54	Vrednost števca časa doziranja spajke
D55	CHANNEL	D55	Vrednost števca tuljavnikov postavljenih na trn
D56	CHANNEL	D56	Vrednost števca stolpcev v paleti
D57	CHANNEL	D57	Vrednost števca vrstic v paleti
D58	CHANNEL	D58	Vrednost števca števila tuljavnikov v predalu
D59	CHANNEL	D59	Vrednost števca maksimalnega števila tuljavnikov v predalu
D60	CHANNEL	D60	vrednost gesla administratorja
D61	CHANNEL	D61	Vrednost gesla vodje naprave
D62	CHANNEL	D62	Vrednost gesla serviserja
D63	CHANNEL	D63	Vrednost gesla nastavljalca
D64	CHANNEL	D64	Vrednost gesla operaterja
D65	CHANNEL	D65	Vrednost števila slabo zaporedno izdelanih tuljavnikov
D66	CHANNEL	D66	Vrednost vklopljene opcije samo nanosa spajke
D67	CHANNEL	D67	Vrednost nastavitve pri doziranju spajke z kontrolo
D69	CHANNEL	D69	Vrednost nastavitve pri izklopu doziranja spajke

D70	CHANNEL	D70	Vrednost za izklop kontrole
D71	CHANNEL	D71	Vrednost statusa gesla administratorja
D72	CHANNEL	D72	Vrednost statusa gesla vodje naprave
D73	CHANNEL	D73	Vrednost gesla operaterja
D74	CHANNEL	D74	Vrednost statusa gesla nastavljavca
D75	CHANNEL	D75	Vrednost statusa gesla operaterja
D76	CHANNEL	D76	Vrednost statusa gesla zagona naprave
D77	CHANNEL	D77	Vrednost gesla zagona naprave
D114	CHANNEL	D114	Vnosno polje gesla
D127	CHANNEL	D127	Vnosno polje vrednosti časa vklopa naprave
D128	CHANNEL	D128	Vnosno polje vrednosti časa meritve
D129	CHANNEL	D129	Vnosno polje števca števila tuljavnikov postavljenih na trn
D130	CHANNEL	D130	Vnosno polje vrednosti števca stolpcev v paleti
D131	CHANNEL	D131	Vnosno polje števca vrednosti vrstic v paleti
D132	CHANNEL	D132	Vnosno polje vrednosti števca števila tuljavnikov v predalu
D133	CHANNEL	D133	Vnosno polje faktorja hitrosti doziranja
D134	CHANNEL	D134	Vnosno polje vrednosti števila ciklov do doziranja
D135	CHANNEL	D135	Vnosno polje časa doziranja spajke
D136	CHANNEL	D136	Vnosno polje vrednosti števca maksimalnega števila tuljavnikov v predalniku
D137	CHANNEL	D137	Vnosno polje vrednosti števila zaporedno slabo izdelanih tuljavnikov
D139	CHANNEL	D139	Vnosno polje gesla administratorja
D140	CHANNEL	D140	Vnosno polje vodje naprave
D141	CHANNEL	D141	Vnosno polje serviserja
D142	CHANNEL	D142	Vnosno polje nastavljavca
D143	CHANNEL	D143	Vnosno polje gesla operaterja
D144	CHANNEL	D144	Vnosno polje gesla zagona naprave
D300	CHANNEL	D300	Osnovna vrednost časa vklopa naprave
D301	CHANNEL	D301	Osnovna vrednost časa meritve
D302	CHANNEL	D302	Osnovna vrednost števila tuljavnikov v predalu
D303	CHANNEL	D303	Osnovna vrednost maksimalnega števila tuljavnikov v predalu
D304	CHANNEL	D304	Vrednost osnovne vrednosti zaporedno slabo izvedenih tuljavnikov
D305	CHANNEL	D305	Osnovna vrednost faktorja hitrosti doziranja spajke
D306	CHANNEL	D306	Osnovna vrednost števca ciklov doziranja spajke
D307	CHANNEL	D307	Vrednost števca časa doziranja spajke
H100.00	BOOL	H100.00	H100.0
H100.01	BOOL	H100.01	H100.1
H100.02	BOOL	H100.02	H100.2
H100.03	BOOL	H100.03	H100.3
H100.04	BOOL	H100.04	H100.4
T0001	BOOL	T0001	Čas v katerem se mora naprava postaviti v ustrezen položaj pri vklopu
T0002	BOOL	T0002	Čas po katerem se izbriše napis na K2OP15
T0003	BOOL	T0003	Čas ko je lučka pri utripanju ugasnjene

T0004	BOOL	T0004	Čas po katerem se vrednosti vnosnih polj postavi na 0
T0005	BOOL	T0005	Čas ko lučka pri utripanju gori
T0008	BOOL	T0008	Čas po katerem se izbriše napačno napis "Geslo je napačno"
T0009	BOOL	T0009	Čas po katerem se opozorilna ikona izklopi
T0014	BOOL	T0014	Čas odpiranja Z3
T0015	BOOL	T0015	Čas zapiranja vpenjala Z3
T0016	BOOL	T0016	Čas v katerem se mora Z16 iztegniti
T0017	BOOL	T0017	Čas odpiranja vpenjala Z3
T0019	BOOL	T0019	Čas po katerem se začne Z2 spuščati
T0020	BOOL	T0020	Čas potreben da se Z3 odpre
T0021	BOOL	T0021	Čas zapiranja vpenjala Z3
T0022	BOOL	T0022	Čas ko se odpreta vpenjalo Z8 in Z9
T0023	BOOL	T0023	Čas potreben da se odpre vpenjalo Z10
T0024	BOOL	T0024	Čas po katerem se izklopi potrditev da je paleta napolnjena
T0025	BOOL	T0025	Čas po katerem se izvede miritev
W0.00	BOOL	W0.00	Proces avtomatskega delovanja
W0.01	BOOL	W0.01	Avtomatski režim delovanja
W0.02	BOOL	W0.02	Naprava je resetirana
W0.03	BOOL	W0.03	Naprava v režimu nuliranja
W0.04	BOOL	W0.04	Proces nuliranja naprave
W0.05	BOOL	W0.05	Servisni režim delovanja
W0.06	BOOL	W0.06	Režim HOD POS
W0.07	BOOL	W0.07	Režim posamično
W0.08	BOOL	W0.08	Ciklični način delovanja
W0.09	BOOL	W0.09	Ročni režim delovanja
W0.10	BOOL	W0.10	Spajka se je stopila
W0.11	BOOL	W0.11	Naprava je nulirna
W0.12	BOOL	W0.12	Naprava se je postavila v pričakovani položaj
W0.13	BOOL	W0.13	Naprava je pripravljena na vklop krmilja
W0.14	BOOL	W0.14	Izklopi krmilno napetost zaradi nepravilnega zagona
W0.15	BOOL	W0.15	Krmilje naprave se je prižgalo
W1.00	BOOL	W1.00	Ročni vklop naprave
W1.01	BOOL	W1.01	Spajka je stopljena
W1.02	BOOL	W1.02	prekinitev nuliranja
W1.03	BOOL	W1.03	Cikle cikličnega delovanja je bil zaključen
W1.04	BOOL	W1.04	Vključi se prekinitev avt. procesa
W1.05	BOOL	W1.05	Zaustavitev avtomatskega procesa
W1.06	BOOL	W1.06	Prekinitev avtomatskega cikla zaradi pomanjkanja spajke
W1.07	BOOL	W1.07	Prekinitev delovanja zaradi polne palete
W1.08	BOOL	W1.08	Prekinitev zaradi polnega predala slabih kosov
W1.09	BOOL	W1.09	Prekinitev zaradi predala spajke ali palete
W1.10	BOOL	W1.10	Zastoj zaradi napake
W3.00	BOOL	W3.00	REM
W3.01	BOOL	W3.01	Prekinitev signala tipke K1OP6
W3.02	BOOL	W3.02	Prekinitev signala tipke K1OP5

W3.03	BOOL	W3.03	Vklopi se izpis Napravo je potrebno nulirati
W3.04	BOOL	W3.04	Signala iz tipke K1OP20
W3.05	BOOL	W3.05	Signal tipke POSAMIČNO
W3.13	BOOL	W3.13	Reset je izveden s strani izhodov
W3.14	BOOL	W3.14	Reset potrjen s strani korakov nuliranja
W3.15	BOOL	W3.15	Z14 se je postavil na vmesno pozicijo
W4.00	BOOL	W4.00	Z2 dosegla vmesno pozicijo S5
W4.01	BOOL	W4.01	Z14 se je skrčil do S22
W4.02	BOOL	W4.02	Trn v paleti je poln
W4.03	BOOL	W4.03	M2 se je postavila na POZ 3
W4.04	BOOL	W4.04	Trn palete je napolnjen
W4.05	BOOL	W4.05	Stolpec palete je napolnjen
W4.06	BOOL	W4.06	Paleta je napolnjena
W4.07	BOOL	W4.07	Meritev se je izvedla
W4.08	BOOL	W4.08	Tuljavnik 1 je dober
W4.09	BOOL	W4.09	Tuljavnik 2 je dober
W4.10	BOOL	W4.10	Tuljavnik 1 je preletel B2
W4.11	BOOL	W4.11	Tuljavnik 2 je preletel B2
W4.12	BOOL	W4.12	Tuljavnik 2 je slab
W7.09	BOOL	W7.09	Spajka se je stopila
W7.10	BOOL	W7.10	Vklopi se opozorilna ikona LOP 1
W7.11	BOOL	W7.11	Vklopi se opozorilna ikona LOP 1
W7.12	BOOL	W7.12	Vklopi se opozorilna ikona LOP1
W7.13	BOOL	W7.13	Potrdi se ustreznost vnosa vrednosti
W7.14	BOOL	W7.14	Potrdi se ustreznost vnosa vrednosti
W7.15	BOOL	W7.15	Potrdi se ustreznost vnosa vrednosti spremenljivke
W10.00	BOOL	W10.00	Naprava pripravljena za ročni vklop
W16.03	BOOL	W16.03	Dovoljeno administratorju naprave
W16.04	BOOL	W16.04	Dovoljeno vodji naprave
W16.05	BOOL	W16.05	Dovoljeno serviserju
W16.06	BOOL	W16.06	Dovoljeno nastavljavcu
W16.07	BOOL	W16.07	Dovoljeno operaterju
W16.08	BOOL	W16.08	Geslo vklopa naprave
W17.03	BOOL	W17.03	Vneseno geslo zagona naprave
W17.10	BOOL	W17.10	Vklopi se rdeča opozorilna ikona
W17.11	BOOL	W17.11	Vklopi se rdeča opozorilna ikona
W17.12	BOOL	W17.12	Vklopi se opozorilna ikona LOP 1
W18.02	BOOL	W18.02	Vklopi se rdeča opozorilna ikona
W41	CHANNEL	W41	Status potovanja osi palete M3
W100.00	BOOL	W100.00	Y1 - Vklopi se napajanje tehnološkega zraka
W100.00	BOOL	W100.01	SVON - Vklopi se napajanje servo osi
W100.01	BOOL	W100.02	L5 gori
W100.02	BOOL	W100.03	L5 utripa pri nuliranju
W100.03	BOOL	W100.04	Prižge se lučka L5
W100.04	BOOL	W100.05	L4 gori

W100.05	BOOL	W100.06	L5 je prižgana pri utripanju
W100.06	BOOL	W100.07	Prižge se L6
W100.07	BOOL	W100.08	M2 začne potovati v relativno nulo
W100.08	BOOL	W100.09	Z16 se iztegne
W100.09	BOOL	W100.10	Z16 se skrči
W100.10	BOOL	W100.11	Z6 se spusti
W100.11	BOOL	W100.12	Z14 se stisne
W100.12	BOOL	W100.13	Z16 se skrči
W100.13	BOOL	W100.14	M3 začne potovati v izhodišče
W100.14	BOOL	W100.15	Z7 se zavrti horizontalno
W100.15	BOOL	W101.00	M2 začne potovati na POZ 1
W101.00	BOOL	W101.01	M3 začne potovati na POZ 1
W101.01	BOOL	W101.02	M2 začne potovati proti POZ 2
W101.02	BOOL	W101.03	M3 začne potovati proti POZ 2
W101.03	BOOL	W101.04	Z6 se spusti
W101.04	BOOL	W101.05	Z14 se iztegne do S23
W101.05	BOOL	W101.06	Z3 se odpre
W101.06	BOOL	W101.07	Z14 se iztegne do S23
W101.07	BOOL	W101.08	Z16 se skrči
W101.08	BOOL	W101.09	Z5 se iztegne
W101.09	BOOL	W101.10	Z14 se skrči do S22
W101.10	BOOL	W101.11	Z15 se spusti
W101.11	BOOL	W101.12	Z1 se spusti
W101.12	BOOL	W101.13	Z2 se spusti
W101.13	BOOL	W101.14	Z14 se skrči
W101.14	BOOL	W101.15	Z6 se spusti
W101.15	BOOL	W102.00	Z16 se iztegne
W102.00	BOOL	W102.01	Z3 se odpre
W102.01	BOOL	W102.02	Z5 se iztegne
W102.02	BOOL	W102.03	Z2 se spusti do S5
W102.03	BOOL	W102.04	M2 se začne gibati na POZ3
W102.04	BOOL	W102.05	M2 začne potovati na POZ4
W102.05	BOOL	W102.06	Z8 se zapre
W102.06	BOOL	W102.07	Z9 se zapre
W102.07	BOOL	W102.08	Z10 se zapre
W102.08	BOOL	W102.09	Z3 se odpre
W102.09	BOOL	W102.10	M2 začne potovati na POZ 3
W102.10	BOOL	W102.11	Z7 se zavrti vertikalno
W102.11	BOOL	W102.12	M3 začne potovati na POZ 3
W102.12	BOOL	W102.13	M2 začne potovati na POZ stolpca v paleti
W102.13	BOOL	W102.14	M3 začne potovati na POZ 5
W102.14	BOOL	W102.15	M3 se začne premikati na delitev
W102.15	BOOL	W103.00	Z4 se spusti
W103.00	BOOL	W103.01	Servo os M2 začne potovati na POZ3
W103.01	BOOL	W103.02	Z7 se zavrti horizontalno

W103.02	BOOL	W103.03	M3 začne potovati na POZ 14
W103.03	BOOL	W103.04	Potiskavci palete se odprejo
W103.04	BOOL	W103.05	vpenjalo palete se odpre
W103.05	BOOL	W103.06	L6 gori
W103.06	BOOL	W103.07	DT3 - meritev upornosti
W103.07	BOOL	W103.11	SVON - vklopita se servo osi
W103.11	BOOL	W103.12	Y1 - vklopi se zrak
W103.12	BOOL	W150.00	LOP 6 utripa
W150.00	BOOL	W150.01	LOP 6 utripa
W150.01	BOOL	W150.02	L5 utripa
W150.02	BOOL	W150.03	LOP6 gori
W150.03	BOOL	W150.04	Lučki L5 in L6 utripata
W150.04	BOOL	W150.05	LOP 2.2. utripa
W150.05	BOOL	W150.06	Utripata luči L5 in LOP2
W150.06	BOOL	W300.00	REM